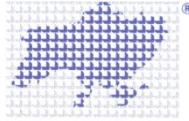


Міністерство освіти і науки України

Український науковий центр розвитку інформаційних технологій

(УкрНЦ РІТ)



**Поліщук В. Б., Нетесін І.Є., Нестеренко О.В.**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ  
ОБОРОННИМИ РЕСУРСАМИ: МЕТОДОЛОГІЧНИЙ  
КОНТЕКСТ ТА ПРИКЛАДИ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ**

**Монографія**

Частина 1

Київ  
УкрНЦ РІТ  
2019

ББК 32.988-5  
УДК 004.657  
П-50

*Рекомендовано до видання  
Науково-технічною радою Українського наукового центру  
розвитку інформаційних технологій  
(протокол № 5 від 27 листопада 2019 року)*

*Рецензенти:*

- 1. Биченков Василь Васильович, доктор технічних наук, Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*
- 2. Теленик Сергій Федорович, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».*

**Поліщук В. Б., Нетесін І.Є., Нестеренко О.В. Інформаційні технології в управлінні оборонними ресурсами: методологічний контекст та приклади практичної реалізації.** Частина 1 / Монографія. [За ред. В.Б. Поліщука]. – Київ: УкрНЦ РІТ, 2019. – 120 с.

У монографії викладені методичні підходи до формалізації процедур експертного оцінювання альтернативних варіантів оцінювання носіїв спроможностей в оборонному плануванні, які можуть бути реалізовані засобами інформаційних технологій та використовуватись як інструмент підтримки прийняття рішень. Розглянуті також аспекти побудови єдиного інформаційного простору сфери управління оборонними ресурсами та застосування індустріальних підходів до створення відповідного програмного забезпечення.

Проблемам практичної реалізації методик та алгоритмів, викладеним в цій монографії, буде присвячене окреме видання.

ISBN 978-966-97923-3-4

© УкрНЦ РІТ, 2019

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....  | 5  |
| ПЕРЕДМОВА.....   | 7  |
| РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПЦІЯ ОБОРОННОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ СПРОМОЖНОСТЕЙ .....  | 10 |
| Список використаних джерел до розділу 1 .....  | 18 |
| РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ .....                                      | 19 |
| Вступ.....   | 19 |
| 2.1. Метод експертного оцінювання і вибору визначення терміну ...  | 20 |
| 2.2. Формалізація визначення предметної області .....  | 25 |
| 2.3. Алгоритм подання пропозицій термінів, їх оцінки та вибору .....   | 30 |
| Висновки.....  | 34 |
| Список використаних джерел до розділу 2 .....  | 35 |
| РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ НОСІЇВ СПРОМОЖНОСТЕЙ В ОБОРОННОМУ ПЛАНУВАННІ.....   | 36 |
| Вступ .....  | 36 |
| 3.1. Проблематика оцінювання носіїв спроможностей .....  | 37 |
| 3.2. Особливості використання в сфері оборонного планування методу аналізу ієрархій та онтологічної моделі даних ..... | 38 |
| 3.3. Використання онтологічного підходу в оборонному плануванні .....  | 46 |
| 3.4. Алгоритм оцінювання носіїв спроможностей експертами.....  | 50 |
| 3.5. Технології аналізу даних в оборонному плануванні на основі спроможностей .....                                    | 58 |
| Висновки .....   | 66 |
| Список використаних джерел до розділу 3 .....  | 67 |
| РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ .....   | 69 |
| Список використаних джерел до розділу 4 .....  | 72 |

|   |     |
|---|-----|
| РОЗДІЛ 5. ІНДУСТРІАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ DRMIS.....  | 73  |
| Вступ.....  | 73  |
| 5.1 Таксономія стандартів з управління життєвим циклом інформаційних систем .....   | 74  |
| 5.2. SWOT-аналіз способів створення програмного забезпечення DRMIS .....  | 82  |
| 5.3. Методичні рекомендації щодо вибору (ранжування) стандартного ПЗ для використання в автоматизованих системах управління ресурсами ..... | 88  |
| 5.3.1. Особливості застосування стандартного програмного забезпечення в корпоративних системах управління ресурсами ...                     | 88  |
| 5.3.2. Узагальнений алгоритм вибору (ранжування) програмних рішень .....  | 96  |
| 5.3.3. Використання методичних рекомендацій з вибору стандартного ПЗ для інформаційної системи управління оборонними ресурсами .....        | 106 |
| 5.4. Модифікація моделі Захмана для побудови архітектури інформаційної системи управління оборонними ресурсами .....                        | 108 |
| Висновки .....  | 118 |
| Список використаних джерел до розділу 5 .....   | 120 |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- AAP – Allied Administrative Publications, документи НАТО, що стосуються управління (адміністрування);
- BI – Business Intelligence, системи бізнес-аналізу;
- CBDP – Capability Based Defence Planning, оборонне планування на основі спроможностей;
- CRM – Customer Relationships Management, управління взаємовідносинами зі споживачами;
- DRMIS – Defence Resources Management Information System, інформаційна система управління оборонними ресурсами;
- DSS – Decision Support System, система підтримки прийняття рішень;
- DW – Data Warehouse, сховище даних;
- EIS – Executive Information System, виконавча інформаційна система;
- ERP – Enterprise Resource Planning, управління (дослівно – планування) ресурсами підприємства;
- ES – Expert System, експертна система;
- OLAP – On-line analytical processing, оперативна аналітична обробка даних;
- Open Source – програмне забезпечення з відкритими кодами;
- Payback Period – період повернення інвестицій (окупності проекту);
- PLM – Product Lifecycle Management, система управління життєвим циклом продукту;
- RoI – Return of Investment, коефіцієнт рентабельності інвестицій;
- SCM – Supply Chain Management, управління ланцюгами постачань;
- SOA – Service-Oriented Architecture, сервіс-орієнтована архітектура;
- SOI – System of Interest, система інтересу (система, що розглядається);
- SWOT – аналіз в координатах Strengths (переваги), Weaknesses (слабкі сторони), Opportunities (можливості), Threats (загрози);
- TCO – Total Cost of Ownership, сукупна вартість володіння;
- AIC – автоматизована інформаційна система;
- APM – автоматизоване робоче місце;

|       |  |
|-------|--|
| АС    | – автоматизована система;  |
| АСППР | – автоматизована система підтримки прийняття рішень;                             |
| АСУ   | – автоматизована система управління;   |
| АСУП  | – автоматизована система управління підприємством;                               |
| ВУ    | – відносна узгодженість;   |
| ЖЦ    | – життєвий цикл;   |
| ЗОТ   | – засоби обчислювальної техніки;   |
| ЗСУ   | – Збройні Сили України;  |
| ІАС   | – інформаційно-аналітична система;   |
| ІС    | – інформаційна система;  |
| ІТ    | – інформаційні технології;   |
| ІТІЛ  | – IT Infrastructure Library, бібліотека інфраструктури інформаційних технологій; |
| ІТSM  | – IT Service Management, управління ІТ-послугами;                                |
| ІУ    | – індекс узгодженості;   |
| КСЗІ  | – комплексна система захисту інформації;   |
| МАІ   | – метод аналізу ієрархій;  |
| МЗ    | – матеріальні засоби;  |
| МТЗ   | – матеріально-технічне забезпечення;   |
| ОВТ   | – озброєння та військова техніка;  |
| ОВУ   | – орган військового управління;  |
| ОР    | – оборонні ресурси;  |
| ПдО   | – предметна область;   |
| ПЕ    | – підгрупа експертів;  |
| ПЗ    | – програмне забезпечення;  |
| УП    | – управління проектами;  |
| ШІ    | – штучний інтелект;  |
| ШНМ   | – штучні нейронні мережі.  |

## ПЕРЕДМОВА

В сучасних умовах на підставі вимог керівних документів в Україні актуалізується проблема визначення складу необхідних спроможностей сил оборони щодо протидії загрозам та формування достатньої кількості носіїв спроможностей (підрозділів, органів управління, забезпечення, окремих зразків ОВТ, інформаційних систем) з урахуванням досвіду країн НАТО.

Ця проблема вирішується шляхом запровадження методу планування на основі спроможностей, що застосовується в НАТО (CBDP – Capability Based Defence Planning). Кінцевою метою цього методу є перехід до гнучкого, адаптивного планування, що здійснюється за визначених економічних умов з метою формування комплексних оперативних спроможностей Збройних Сил України для ефективного виконання ними визначених завдань в умовах ресурсних обмежень.

У законодавстві України щодо воєнної безпеки термін “спроможності сил оборони” трактується як здатність досягти необхідного результату під час виконання завдань з питань оборони у певних умовах відповідно до визначених сценаріїв дій та з використанням наявних ресурсів.

У той же час впровадження нової концепції оборонного планування зіткнулося з цілою низкою проблем. Одна з них – це розроблення методів, моделей і методологій нової системи оборонного планування. Одним з перших системних кроків у цьому напрямі стало розроблення Рекомендацій з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України (далі – Рекомендації), у яких наведені приклади застосування методів аналізу багатовимірних критеріїв, Делфі, перехресного аналізу впливу. У той же час в Рекомендаціях відмічається, що для забезпечення прийняття раціонального рішення щодо вибору спроможностей для виконання певних завдань та визначення

пріоритетності їх досягнення можуть застосовуватись інші апробовані математичні методики (розрахункові задачі) та спеціальне математичне програмне забезпечення. При цьому може бути корисним використання методів, які застосовуються у невійськових галузях.

За результатами аналізу процесів оборонного планування на основі спроможностей з'ясовано, що однією з найбільш інтелектуально складних задач є оцінювання і вибір саме носіїв спроможностей для забезпечення вирішення поставлених завдань. Найбільш результативними методами розв'язання таких задач, що зарекомендували себе на практиці, є експертні методи.

Враховуючи особливості практичного використання Рекомендацій, наведених в іншому документі Міністерства оборони України – Рекомендаціях з порядку організації проведення оцінювання спроможностей у Збройних Силах України, методи для їх оцінювання повинні бути простими у застосуванні і забезпечувати оперативність при їх використанні. У монографії наведений опис запропонованого авторами підходу до інтеграції методу аналізу ієрархій з онтологічними моделями та елементами теорії графів, який задовольняє цим вимогам та дозволяє суттєво підвищити ефективність прийняття рішень у задачах багатокритеріального вибору.

Реалізація принципу постійного розширення списку завдань в рамках існуючих планів представляє значні складності для органів військового управління, які відповідають за вирішення поточних завдань, в яких задіяні тільки доступні спроможності. Іншими словами, СВDP притаманні певні умовності та допущення, що не дають змоги повною мірою використовувати переваги нового підходу, насамперед для оборонного планування. Розв'язання цієї проблеми можливе за рахунок уточнення термінологічного апарату, розроблення нових методичних підходів і прийомів у системі планування, що дають змогу здійснювати тісну координацію виконавців на різних етапах планування. У монографії наведений опис розробленої авторами технології експертного формування термінологічного апарату у визначеній предметній області, яка може бути використаною при реалізації концепції оборонного планування на основі спроможностей,



що сприятиме формуванню єдиного інформаційного простору сфери управління оборонними ресурсами.

В монографії також розглянуті особливості оцінювання спроможності інформаційних систем через їх вплив на розвиток спроможностей інших носіїв – структур військового управління, військових формувань ОВТ та ін.

Створення інтегрованої інформаційної системи управління оборонними ресурсами – надскладна задача, вирішити яку можливо тільки при застосуванні апробованих в корпоративному сегменті економіки індустріальних підходів до управління життєвим циклом таких систем. У монографії описані основні стандарти, на яких ґрунтується процесний підхід до управління життєвим циклом інформаційних систем, наведений SWOT-аналіз способів створення програмного забезпечення системи та розроблені авторами монографії методичні рекомендації по вибору стандартного програмного забезпечення класу ERP з врахуванням особливостей сфери управління оборонними ресурсами.

Монографія підготовлена за результатами НДР, виконаних Українським науковим центром розвитку інформаційних технологій (УкрНЦ РІТ) Міністерства освіти і науки України за участю авторів.

Проблемам практичної реалізації методик та алгоритмів, викладеним в цій монографії, буде присвячене окреме видання.

В монографії використанні ілюстративні матеріали з відкритих джерел Інтернету.



## РОЗДІЛ 1.

# КОНЦЕПЦІЯ ОБОРОННОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ СПРОМОЖНОСТЕЙ

Найбільш системно нові підходи до оборонного планування описані в Рекомендаціях з оборонного планування на основі спроможностей у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України [1] (далі – Рекомендації), які розроблено з метою формування в Міністерстві оборони України (далі – Міноборони), органах військового управління, установах, організаціях спільного розуміння щодо підходів до його впровадження та порядку здійснення. Нижче наведений витяг з Рекомендацій, у якому надані основні визначення, мета і завдання, які вирішуються в ході оборонного планування, необхідні для розуміння подальшого матеріалу

Оборонне планування на основі спроможностей є одним із методів оборонного планування, особливістю якого є розвиток сил оборони для ефективної протидії загрозам та ризикам як військового, так і невійськового характеру з урахуванням імовірних сценаріїв розвитку кризових ситуацій на довгострокову перспективу, зазвичай на 10 – 15 років. Даний метод оборонного планування є основним в країнах-членах НАТО (рис.1.1).

В США підхід до управління розробкою вимог до систем закупівель для потреб всіх військових служб, що ґрунтується на спроможностях, реалізується формальним процесом у вигляді Системи спільної інтеграції та розвитку (Joint Capabilities Integration and Development System - JCIDS). Важливим акцентом JCIDS є розгляд того, чи потребує вирішення проблеми планування на основі спроможностей усунення прогалин у матеріальному секторі, або

елімінації вад нематеріального сегменту. У цьому сенсі JCIDS забезпечує простір рішення, що включає будь-яке поєднання таких елементів, як доктринальний базис (Doctrine), організація (Organization), навчання (Training), ресурсне (матеріальне) забезпечення (Materiel), якість управління (лідерство) та освіта (Leadership and Education), персонал (Personnel) та військова інфраструктура (Facilities), що в цілому позначається акронімом DOTMLPF. НАТО використовує розширений акронім DOTMLPF-I, де "I" означає "інтероперабельність", тобто здатність силам бути сумісними по всьому Альянсу. Останні релізи JCIDS розширюють цю базу до DOTMLPFI-P, де останнє "P" означає "Policy", тобто політику як свідому систему принципів, якими керуються органи управління при прийнятті рішення для досягнення раціональних результатів.

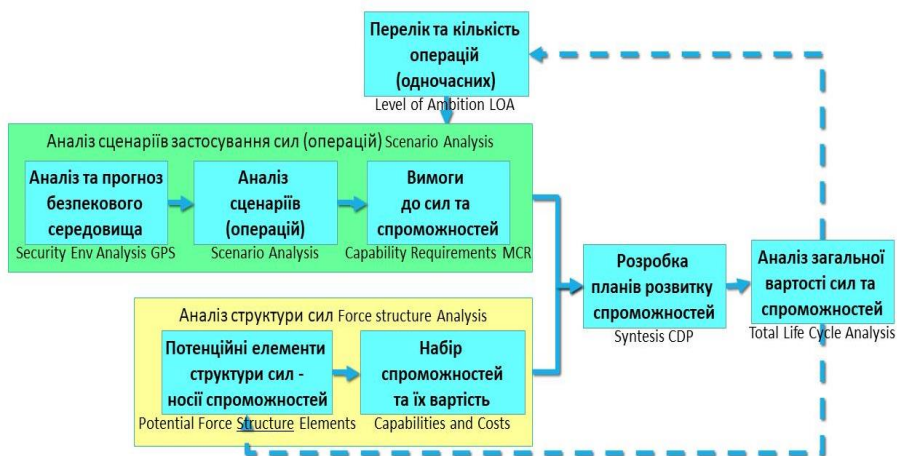


Рис. 1.1. Цикл процесу оборонного планування НАТО NDPP  
(джерело - <http://defpol.org.ua/>)

Для підтримки прийняття рішень у такому складному просторі необхідно забезпечити збір та аналіз значної сукупності гетерогенних даних на різних рівнях оборонної інфраструктури. Тому різні інституції Міністерства оборони США (DoD) підтримують JCIDS, надаючи рекомендації з планування на основі аналізу кількісних даних. Так,

наприклад, Спільна група аналізу розгортання (JDAT) збирає та аналізує дані та надає спостереження, висновки та рекомендації для визначення політики, спільної доктрини, тактики, методів і процедур, а також технічних рішень та продуктів, що сприяють підвищенню спроможностей (JCIDS's top-down process for identifying capability needs - спадаючий процес JCIDS для виявлення потреб у спроможностях) (рис. 1.2).

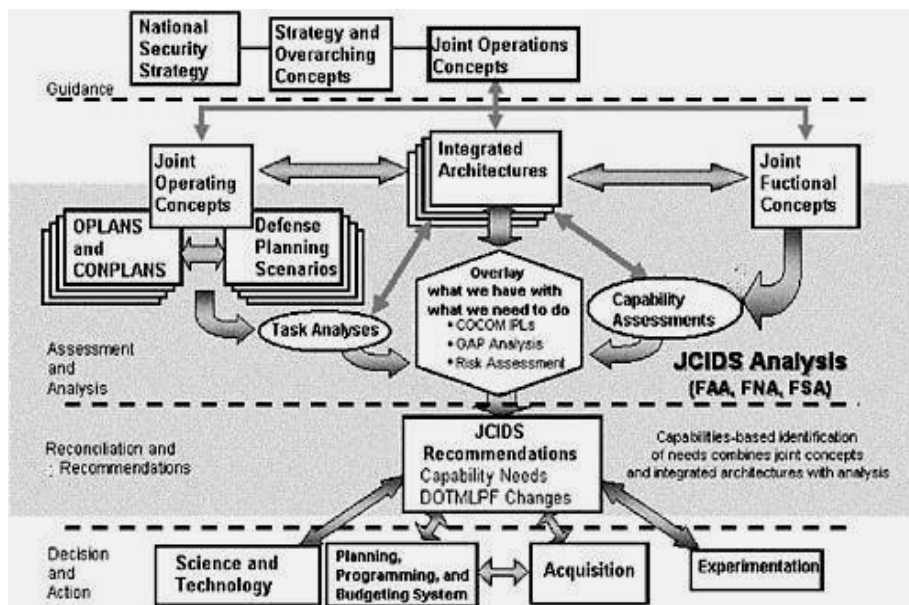


Рис. 1.2. Спадаючий процес JCIDS для виявлення потреб у спроможностях

JCIDS передбачає три етапи ООС: аналіз функціональної області, аналіз функціональних потреб і аналіз функціональних рішень.

Аналіз функціональної області (FAA) (аналогом у вітчизняному оборонному відомстві є «Аналіз вимог») визначає оперативні завдання, умови та стандарти, необхідні для досягнення цілей. Аналіз функціональних потреб (FNA) («Аналіз недоліків/проблем») оцінює здатність поточних і прогнозованих спроможностей виконувати завдання,

визначені в аналізі функціональної області. Кінцевим продуктом цих перших двох рівнів аналізу є перелік прогалин у спроможностях.

Аналіз функціональних рішень (FSA) оцінює рішення з оперативної точки зору саме через спектр DOTMLPF. Результатом FSA є перелік потенційних рішень, що базуються на потребах, які далі поділяються на три субкомпоненти: аналіз нематеріальних ресурсів, матеріальні рішення та аналіз підходів для визначення кращої техніки або комбінації підходів для досягнення оптимальних спроможностей. Остаточним етапом є незалежне оцінювання, яке розглядає три попередні функціональні аналізи і надає рекомендації щодо підходів, які найкраще закривають прогалини в спроможностях.

Оборонне планування на основі спроможностей передбачає створення, розвиток та підтримання оптимального складу необхідних спроможностей в межах наявних ресурсів. Матеріальні ресурси не завжди є визначальним фактором планування на основі спроможностей. Ефективними шляхами нарощування спроможностей може бути удосконалення доктрин, основ застосування, структур органів військового управління та військових частин, впровадження нових форм і методів ведення операцій і бойових дій, покращення системи відбору, навчання, підготовки та мотивації персоналу тощо.

На відміну від планування на основі загроз, оборонне планування на основі спроможностей полягає в зосередженні зусиль не на створенні нових організаційних структур для забезпечення протидії відповідному бойовому потенціалу противника, а на спроможностях військ (сил) ефективно виконувати визначені завдання.

Базові компоненти (складові) спроможностей згідно з DOTMLPFI формуються наступним чином: доктринальна база – наявність концепцій, настанов, засад застосування, стандартних операційних процедур та інших керівних документів; організація – наявність організаційної структури відповідних сил і засобів, які створюють відповідну спроможність; підготовка – наявність системи підготовки відповідних сил і засобів, що створюють певну спроможність, індивідуальна та колективна підготовка особового складу, підготовка штабів та військових формувань; ресурсне забезпечення – забезпеченість необхідним озброєнням і військовою технікою (далі –

ОВТ), обладнанням, запасами матеріально-технічних засобів (далі – МТЗ) та витратних матеріалів, а також фінансовими ресурсами; якість управління та освіта – наявність належного рівня професійної підготовки керівного складу усіх ланок, системи військової освіти та науки, яка забезпечує обґрунтований розвиток та застосування військ (сил); персонал – наявність кваліфікованого та мотивованого особового складу; військова інфраструктура – наявність об'єктів і окремих споруд, призначених для забезпечення виконання військами (силами) завдань збройної боротьби, а також для розміщення та забезпечення їх життєдіяльності; сумісність – доктринальна, оперативна та технічна сумісність сил і засобів для спільних дій у складі сил оборони, а також багатонаціональних формувань. Базові компоненти (складові) спроможностей є визначальними для їх створення, розвитку та оцінюванням.

Перелік основних спроможностей (оперативних, бойових, спеціальних), опис їх характеристик та вимог до них наводиться у документі «Каталог спроможностей Збройних Сил України». Каталог формується для використання в ході оборонного та оперативного планування (планування застосування), планування підготовки військ та проведення навчань, розвитку військової науки та технологій, озброєння та військової техніки, а також для програм державних закупівель та постачання. До каталогу передбачається вносити (стосовно Збройних Сил) такі основні типи носіїв спроможностей: з'єднання, військові частини (військові організаційні структури) і підрозділи військових частин; органи управління – Генеральний штаб, Об'єднаний оперативний штаб, командування видів Збройних Сил, Сил спеціальних операцій, Високомобільних десантних військ, управління оперативних, повітряних, морських командувань, інші органи військового управління оперативно-тактичного рівня; окремі засоби – літаки, вертольоти, безпілотні авіаційні комплекси, кораблі, судна, ракетні комплекси та комплекси ППО; системи – автоматизованого управління військами (силами), обміну даними розвідки та обстановки, оповіщення, менеджменту оборонних ресурсів, захисту інформації тощо, що включають відповідне обладнання та програмне забезпечення.

Спроможність (оперативна, бойова, спеціальна) – це здатність структурної одиниці (елементу) Збройних Сил (сил оборони) або сукупності сил і засобів виконувати певні завдання (забезпечувати реалізацію визначених військових цілей) за певних умов обстановки, ресурсного забезпечення та відповідно до встановлених стандартів. Кожна структурна одиниця (елемент) Збройних Сил (сил оборони) може мати більш ніж одну бойову (спеціальну) спроможність, а кожна спроможність може реалізовуватися більш ніж одною структурною (одиницею) елементом. Спроможності військ (сил) визначаються (деталізуються) стандартами, специфічними для структурної одиниці (елементу) кожного виду Збройних Сил (роду військ, сил). У ході оборонного планування спроможності класифікуються як необхідні, наявні та критичні. Необхідні спроможності – ті, що повинні бути в розпорядженні відповідного командира (начальника) у визначений час та місці, для виконання завдань у певних умовах середовища з необхідним результатом (ефектом). Наявні спроможності – ті, що є у розпорядженні відповідного командира (начальника) для виконання завдань, але можуть бути недостатніми для досягнення необхідного результату (ефекту). Критичні спроможності – ті, що є абсолютно важливими для досягнення необхідного результату (ефекту) відповідною структурою та потребують створення (розвитку) та утримання у пріоритетному порядку.

Оборонне планування – складова частина системи державного планування, що здійснюється з метою забезпечення обороноздатності держави шляхом визначення пріоритетів і напрямів розвитку сил оборони, ОВТ, інфраструктури, підготовки військ (сил), а також розроблення відповідних концепцій, програм і планів з урахуванням реальних і потенційних загроз у війсьній сфері, демографічних та фінансово- економічних можливостей держави.

Основними завданнями оборонного планування на основі спроможностей є: оцінка середовища безпеки, визначення засад, цілей та основних завдань державної політики у сфері оборони, пріоритетів і напрямів розвитку сил оборони з урахуванням реальних і потенційних загроз у війсьній сфері, демографічних та фінансово-економічних можливостей держави; визначення вимог до спроможностей,

структури, чисельності особового складу, кількісних та якісних показників ОВТ, інших видів МТЗ, військової інфраструктури, підготовленості особового складу сил оборони (формування перспективного складу Збройних Сил, який задовольняє вимогам щодо необхідних спроможностей з урахуванням можливостей держави задовольнити потреби оборони); оцінка стану готовності сил оборони до виконання завдань з оборони України (оцінка наявних спроможностей Збройних Сил щодо виконання завдань за всіма визначеними сценаріями), а також результатів виконання заходів з їхнього розвитку за попередній період; формування комплексного документа з розвитку спроможностей Збройних Сил (сил оборони) та потреби на розвиток спроможностей Збройних Сил у видатках Державного бюджету України, оцінка ризиків; планування ресурсного забезпечення Збройних Сил (формування пропозицій до державного оборонного замовлення, планування закупівель продукції, робіт і послуг, у тому числі на особливий період); планування заходів з мобілізаційної підготовки у Міністерстві оборони та Збройних Силах; організація виконання завдань та заходів програм і планів, проведення оцінки стану досягнення спроможностей.

Загальний алгоритм процесу оборонного планування на основі спроможностей наведений на рис. 1.3 [2].

Перший досвід оборонного планування на основі спроможностей показав, що однією з найбільш складних задач є оцінювання і вибір саме носіїв спроможностей для забезпечення вирішення поставлених завдань. Це пов'язано із тим, що спроможності дуже важко описати формалізовано, а також з необхідністю отримати результати планування на основі спроможностей у матеріально-технічному та грошовому еквівалентах.

Тому найбільш результативними методами розв'язання таких задач, що зарекомендували себе на практиці, є експертні методи.

Враховуючи, що до складу робочих груп, крім експертів, згідно з [3], залучаються представники різних військових підрозділів і установ, та виділяються стислі терміни проведення оцінювання спроможностей, експертні методи мають бути достатньо простими, а їх програмні реалізації – зручними і наочними.



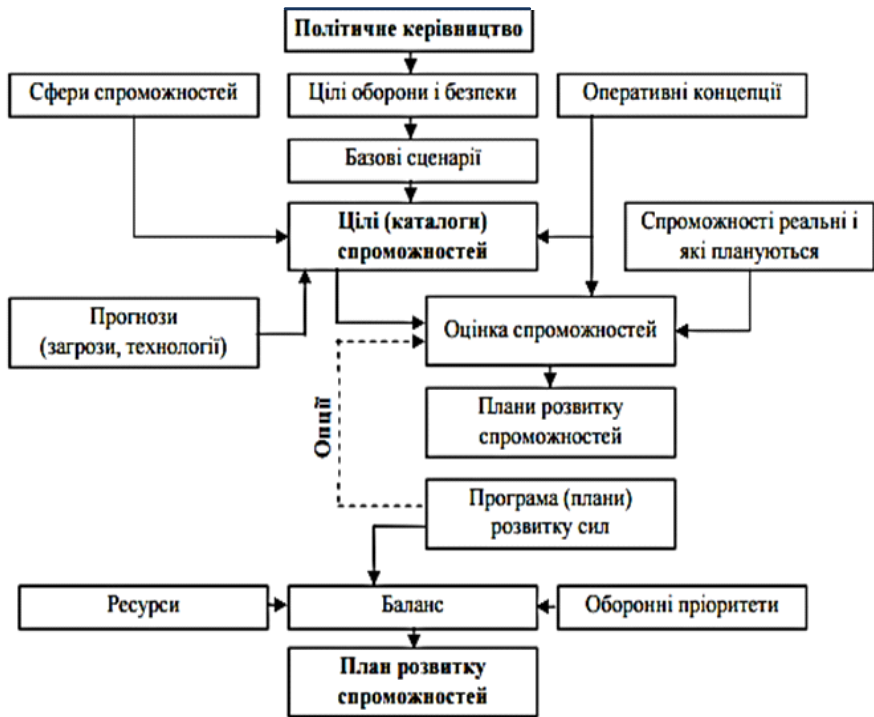


Рис. 1.3. Загальний алгоритм процесу оборонного планування на основі спроможностей

Цим вимогам задовольняє метод аналізу ієрархій, застосування якого у процесах оцінювання носіїв спроможностей розглянуто у наступних розділах.

## **Список використаних джерел до розділу 1**

1. Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України. Затверджено Міністром оборони України від 12.06.2017 р. Київ: МОУ, 2017. 49 с. URL: [http://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson\\_CBP\\_120617.pdf](http://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson_CBP_120617.pdf).

2. Іващенко А.М., Павліковський А.К., Сівоха І.М. Концепція оборонного планування на основі розвитку спроможностей: проблеми впровадження // Збірник наукових праць Центру військово-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняховського, 2017, №1(59). – С. 53-58.

3. Рекомендації з порядку організації проведення оцінювання спроможностей у Збройних силах України. Затверджено Міністром оборони України від 07.12.2017 р. Київ: МОУ, 2017. 29 с.



## **РОЗДІЛ 2.**

# **ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ**

### **Вступ**

Однією з важливих проблем, яку треба вирішити в рамках заходів з формування єдиного інформаційного простору різних напрямів діяльності Міноборони та ЗС України, зокрема у сфері інформатизації, є приведення до єдиних визначень (тлумачень) основних термінів, що використовуються на різних етапах оборонного планування. Питання уніфікації термінології у сфері оборонного планування стосується не лише ЗС України, а й інших складових сил оборони.

Відповідно до керівних документів в основу понятійного апарату, що використовується у цій сфері, повинні бути покладені міжнародні стандарти ISO/IEC та стандарти НАТО, які регламентують процеси оборонного планування на основі спроможностей.

У той же час необхідне однозначне трактування визначень термінів, специфічних для організаційних, юридичних, фінансових, безпекових, лінгвістичних та інших аспектів діяльності оборонного відомства. В існуючих міжнародних і вітчизняних, зокрема військових, стандартах, присвячених інформаційним технологіям, часто одні й ті ж терміни мають різні визначення, а окремі терміни – нажаль, і некоректні визначення.

У даному розділі монографії пропонується веб-технологія, за допомогою якої можливо сформувати та підтримувати в актуальному

стані термінологічний апарат визначеної предметної області, зокрема для сфери управління оборонними ресурсами, у вигляді електронного глосарію термінів (далі – е-глосарій).

Під е-глосарієм будемо розуміти сукупність термінологічних даних (термінологічний ресурс), що складаються з термінологічних записів, які, у свою чергу, створюються з елементів інформації – назви терміну, його визначення та, у разі потреби, інших категорій даних.

В основу технології покладено принцип індивідуально-колективної роботи експертів, згідно з яким формується група експертів, і кожен експерт може як надавати пропозиції щодо включення терміну (термінологічного запису) до е-глосарію, так і брати участь в ітераційному процесі оцінювання пропозицій інших експертів для вибору найбільш прийняттого варіанту визначення терміну.

Далі основна увага приділятиметься методичним аспектам технології. Практичні аспекти її реалізації та використання будуть викладені у другій частині монографії (окремому виданні).

## **2.1. Метод експертного оцінювання і вибору визначення терміну**

Найбільш розповсюдженим способом прийняття колективного рішення, зокрема, в робочих та експертних групах, які створюються для вибору альтернативи із декількох запропонованих, є голосування. Правильний вибір процедури голосування сприяє більшій узгодженості рішення.

Нажаль, неможливо виділити в деякому сенсі кращу процедуру, що має переваги в порівнянні з усіма іншими процедурами, або розділити всі ситуації, що виникають, на типові групи і для кожної з них вказати кращу процедуру. Процедури голосування, навіть якщо вони зовні здаються простими, це – складні і витончені способи прийняття рішення або узгодження інтересів. Хоча на практиці використовуються лише кілька стандартних процедур, в літературі описано багато десятків процедур голосування, які істотно

відрізняються одна від одної. Кожна з таких процедур має свої переваги і недоліки, «зручна» або «незручна» в конкретних умовах. Крім того, критерії, за якими потрібно оцінювати і порівнювати процедури, – неочевидні і є предметом дискусій і досліджень.

Експертний вибір шляхом голосування характеризується наступними особливостями:

а) будь-яким чином формується набір варіантів (альтернатив), щодо яких має бути прийнято рішення;

б) кожен з учасників процедури формує свою думку про ці варіанти і відображає її згідно інструкції;

в) відповідно до тієї чи іншої формальної процедури оброблення цієї інформації визначається колективне рішення.

Численні процедури голосування розрізняються перш за все тим, яке значення вкладається в кожен з цих трьох пунктів, а будь-яка процедура, в основу якої покладено ці три пункти (можливо, з додатковими діями), називається процедурою голосування.

У цих процедурах можливі принаймні три варіанти інструкцій для учасника:

1) провести дихотомію всіх альтернатив, тобто висловитись «згоден» або «не згоден»;

2) розбити всі альтернативи на три групи: «згоден», «не згоден», «утримуюся»;

3) впорядкувати всі альтернативи, наприклад, розташувати їх в порядку переваги без права (або з правом) вказувати однаково кращі варіанти, розділити всі варіанти на більшу кількість типів, і т.ін.

Як правило, результатом колективного вибору повинен бути один варіант. Однак практично кожна процедура голосування може призвести до вибору декількох (кращих згідно цій процедурі) варіантів. В цьому випадку проводиться додаткове голосування або приймається окреме рішення, наприклад, шляхом обговорення або уточнення/змін правил голосування.

Для визначення процедури/процедур голосування для застосування в технології, що пропонується, було проаналізовано декілька методів вибору альтернатив, серед яких основними є наступні методи:

- метод відносної більшості [1];
- метод схвального голосування [1];
- метод Борда [2];
- метод Кондорсе [2];
- метод аналізу ієрархій [3, 4].

Дамо короткі описи цих методів стосовно до нашого випадку – вибору найкращого формулювання визначення терміну.

Згідно з *методом відносної більшості* кожен експерт вибирає найбільш відповідне для себе формулювання визначення терміну. Найкращим визначенням терміну для групи експертів стає формулювання, яке є найбільш прийнятним для найбільшої кількості експертів, тобто те формулювання, яке набрало більше голосів, ніж інші формулювання.

За *методом схвального голосування* кожен експерт має зазначити, які формулювання визначень терміну він підтримує (або іншими словами, проти яких не заперечує), причому число таких формулювань для кожного експерта не обмежується. Після цього для кожного формулювання підраховується, скільки експертів включили його у свій вибір. Найкращим визначенням стає формулювання, яке набирає найбільшу кількість голосів.

Відповідно до *методу Борда* кожен експерт оголошує свої переваги, здійснюючи ранжування формулювання у порядку їх переваги (байдужість забороняється). За зайняте у кожному індивідуальному ранжуванні місце формулюванню приписується кількість балів, що дорівнює кількості формулювань, які він переважає в ранжуванні. Формулювання не отримує бали за останнє місце, отримує один бал за передостаннє місце і т. ін. Перемагає формулювання з найбільшою сумою балів за всіма експертними ранжуваннями.

Згідно з *методом Кондорсе* кожен експерт здійснює ранжування формулювання у порядку їх переваги (байдужість забороняється). Для визначення переможця здійснюється попарне порівняння всіх формулювань. Переможцем стає те формулювання, яке за більшістю голосів експертів є кращим від будь-якого іншого формулювання при попарному порівнянні, тобто формулювання *a* перемагає, якщо для

кожного іншого формулювання  $b$  кількість експертів, які вважають  $a$  кращим, ніж  $b$ , більше, ніж тих, хто вважає  $b$  краще  $a$ . Однак такого переможця може не бути (з ймовірністю, наприклад, 15% для 4 формулювань та 10 експертів). У цьому випадку можна застосувати правило Копленда [2], згідно з яким перемагає формулювання, яке має більше перемог в попарних порівняннях. Якщо таких виявляється більше одного, приймається окреме рішення.

Приклад, який демонструє неоднозначність голосування/вибору за різними методами, наведено на рис. 2.1.

Дано 21 експерт та 4 визначення відранжовані експертами наступним чином:

| Кількість експертів | Результати ранжування |   |   |   |
|---------------------|-----------------------|---|---|---|
| 3                   | a                     | b | c | d |
| 5                   | a                     | c | b | d |
| 7                   | b                     | d | c | a |
| 6                   | c                     | b | d | a |

Ця таблиця узагальнює дані ранжування:

- 3 експерта проранжували формулювання  $a > b > c > d$ ,
- 5 експертів проранжували формулювання  $a > c > b > d$ ,
- 7 експертів проранжували формулювання  $b > d > c > a$
- 6 експертів проранжували формулювання  $c > b > d > a$

Згідно методу відносної більшості, перемагає визначення  $a$  (3+5=8 голосів). Хоча в дійсності  $a$  є найгіршим варіантом для явної більшості експертів (7+6=13 голосів).

За методом Борда перемагає визначення  $b$  (3 експерта  $\times$  2 бали + 5 експертів  $\times$  1 бал + 7 експертів  $\times$  3 бали + 6 експертів  $\times$  2 бали = 44 бали).

За методом Кондорсе перемагає формулювання  $c$ :

|              |              |
|--------------|--------------|
| $a > b - 8$  | $b > a - 13$ |
| $a > c - 8$  | $c > a - 13$ |
| $a > d - 8$  | $d > a - 13$ |
| $b > c - 10$ | $c > b - 11$ |
| $b > d - 21$ | $d > b - 0$  |
| $c > d - 14$ | $d > c - 7$  |

тому що визначення  $c$  перемагає усі інші.

**Примітка.** Для методу Борда застосовуються аксиоми поповнення (об'єднання декількох груп експертів) та участі (приєднання до групи нового експерта), які не виконуються для методу Кондорсе.

Рис. 2.1. Приклад, який демонструє неоднозначність голосування/вибору за різними методами

За методом аналізу ієрархії (МАІ), який розробив американський математик Томас Сааті, проводяться парні порівняння декількох альтернатив по кожній з певних характеристик (для нашого випадку це порівняння альтернативних визначень терміну, наприклад, за такими характеристиками: зрозумілість, лаконічність, повнота, несуперечливість) з виставленням оцінки порівняльної переваги однієї альтернативи над іншою згідно запропонованої Т. Сааті лінгвістичною шкалою. Отримані оцінки перераховуються за певним алгоритмом (зазвичай це обчислення середніх значень з їх адитивною, мультиплікативною або іншою згорткою з урахуванням, в разі необхідності, вагових значень цих характеристик), який дозволяє отримати інтегровану кількісну оцінку по кожній альтернативі і, тим самим, визначити найкращу серед них. Метод ефективно використовується у випадках, коли абсолютні кількісні оцінки самих характеристик отримати важко.

Шкала Т. Сааті має наступний вигляд:

| Найменування оцінки<br>(лінгвістична змінна) | Кількісне значення |
|--|--------------------|
| Набагато краще                               | 9                  |
| Значно краще                                 | 7                  |
| Краще  | 5                  |
| Трохи краще                                  | 3                  |
| Рівні  | 1                  |
| Трохи гірше                                  | 1/3                |
| Гірше  | 1/5                |
| Значно гірше                                 | 1/7                |
| Набагато гірше                               | 1/9                |

В запропонованій авторами монографії технології для оцінки та вибору найбільш прийняттого визначення терміну на першому етапі процедури застосовується метод схвального голосування, але не у «чистому» вигляді, а з додатковою функціональністю – крім того, що кожний експерт має право *підтримати* одну або декілька пропозицій щодо визначення терміну, він також має можливість проголосувати *проти* включення самого терміну до е-глосарію, наприклад, як такого, що, за його думкою, виходить за межі спеціалізації е-глосарію.



Метод надає експертам можливість бути більш гнучкими при здійсненні вибору. Це робить його ближчим до «консенсусного» рішення, ніж за іншими методами, що відповідає вимогам до формування термінологічних стандартів.

У випадку, коли дві або більше альтернативних пропозиції отримують однакову найбільшу кількість голосів, для визначення серед них переможця в залежності від складності ситуації застосовується або МАІ або метод відносної більшості.

## 2.2 Формалізація визначення предметної області

Розглянемо підхід до формалізації визначення предметної області термінологічного ресурсу на прикладі спеціалізації е-глосарію для формування термінологічного апарату взаємодії Замовника та Розробника/Постачальника при виконанні замовлення на розробку або постачання певної продукції (товару або послуги).

Перш за все рекомендується побудувати укрупнену модель (метамодель, концептуальну модель) термінологічних даних предметної області, тобто термінологічного ресурсу. На рис. 2.2 представлена метамодель термінологічного ресурсу е-глосарію визначеної предметної області у вигляді таблиці.

На цьому рисунку умовними колами зображені терміни, які використовуються під час виконання замовлення представниками Замовника та Розробника/Постачальника, задіяних у *процесах*, що складаються з *діяльностей*, які, в свою чергу, деталізуються до *завдань*, а також *результати* їх виконання.

Під Замовником розуміється організація чи особа, яка отримує товар або послугу.

Під Розробником (або Виконавцем) розуміється організація, яка виконує замовлення з розробки/постачання.

Під Постачальником розуміється організація чи фізична особа, що укладає договір із Замовником (покупцем) на розробку/постачання товарів або послуг.

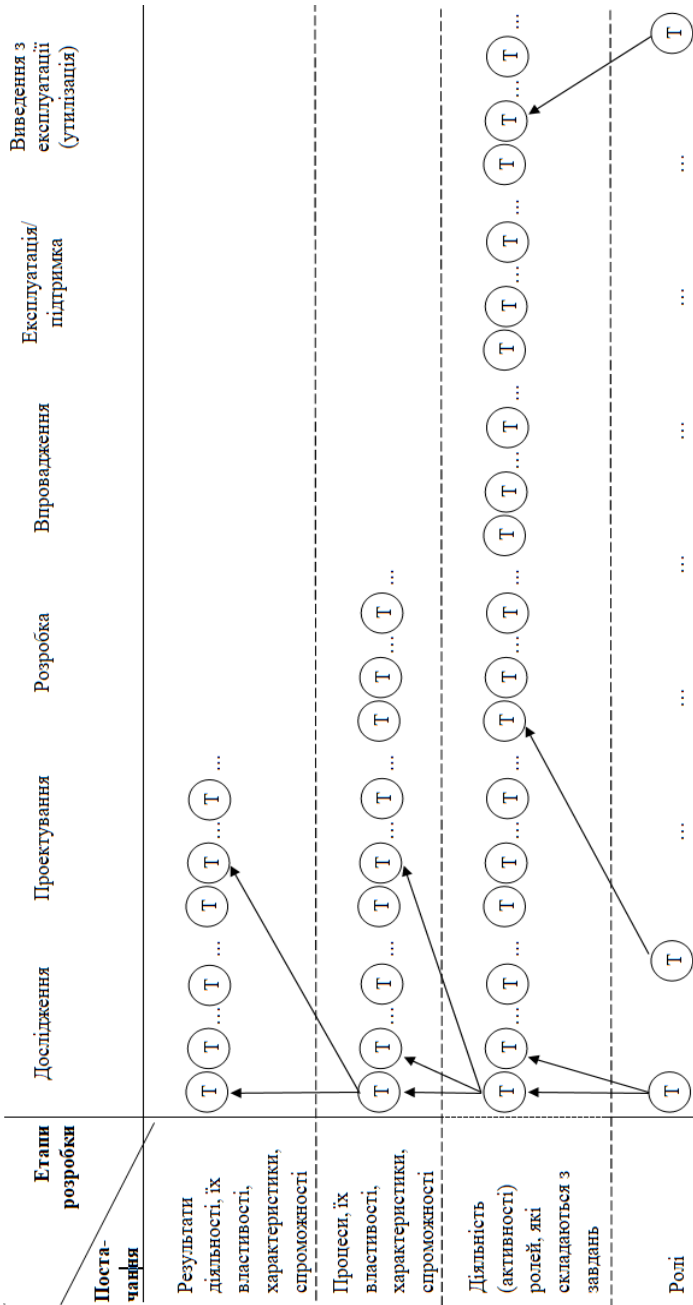


Рис. 2.2. Метамодель термінологічного ресурсу е-госларію ( на прикладі взаємодії Замовника та Розробника/Постачальника товарів/послуг)

Під процесом розуміється набір взаємопов'язаних або взаємодіючих видів діяльності, який перетворює його входи на виходи. Процес має чітко визначені початок і закінчення.

Під діяльністю розуміється набір взаємопов'язаних завдань процесу.

Під завданням/задачею розуміються необхідні, рекомендовані або допустимі дії, покликані зробити внесок у досягнення одного або кількох результатів процесу.

Роль визначає функції, обов'язки та відповідальність учасника замовлення. Представникам Замовника і Розробника/Постачальника, задіяним у процесах розробки/постачання, надаються функціональні повноваження на виконання відповідних ролей

Далі для забезпечення відповідності терміну області спеціалізації е-гловарію розробляється критерій прийняття рішення щодо включення терміну до термінологічного ресурсу (далі – *Критерій1*), який визначається сферою застосування цього ресурсу та базується на наступних складових метамоделі:

- перелік ролей представників Замовника та Розробника/Постачальника, які взаємодіють протягом розробки/постачання. Під взаємодією під час виконання завдань розуміється участь у процесах розроблення/постачання, узгодження, затвердження технічних та організаційних документів і проведення спільних заходів;

- перелік завдань, діяльностей (активностей) та процесів в ході розробки/постачання, які виконуються спільно представниками Замовника і представниками Розробника/Постачальника;

- результати спільного виконання процесів.

*Критерій1* прийняття рішення щодо включення терміну до термінологічного ресурсу з урахуванням обмежень задається формулою теорії множин [5]:

$$T \in (((T3M \cap TP) \cup T3Z \cup T3D) \cap (TP \cup T3Z \cup TP \cup TRD)) \setminus O \Rightarrow T$$

|   |
|---|
| Технологія<br>експертного<br>наповнення<br>е-гловарію |
|---|

де  $T$  – термін, який пропонується для включення до гловарію;

*ТЗМ* – множина термінів, які використовуються представниками Замовника стосовно замовлення;

*ТРП* – множина термінів, які використовуються представниками Розробника/Постачальника стосовно замовлення;

*ТЗЗ* – множина внутрішніх термінів, які використовуються представниками Замовника, що взаємодіють з представниками Розробника/Постачальника, з представниками Замовника, що не взаємодіють з представниками Розробника/Постачальника стосовно замовлення;

*ТЗД* – множина термінів, що використовуються Розробником/Постачальником у звітній документації стосовно замовлення, яка передається Замовнику;

*ТР* – множина термінів, які використовуються для опису ролей представників Замовника та Розробника/Постачальника при їх взаємодії під час виконання замовлення;

*ТДЗ* – множина термінів, які використовуються для опису діяльності представників Замовника та Розробника/Постачальника при їх взаємодії та спільному виконанні замовлення;

*ТП* – множина термінів, які використовуються для опису процесів, в яких задіяні як представники Замовника, так і представники Розробника/Постачальника при їх взаємодії під час виконання замовлення;

*ТРД* – множина термінів, які використовуються для опису результатів діяльності, їх властивостей, характеристик, спроможностей при взаємодії представників Замовника та Розробника/Постачальника під час виконання замовлення;

*О* – обмеження (множина термінів, які не включаються до термінологічного ресурсу е-гловарію).

У наведеній формулі використані наступні позначення:

$\in$  – належність елемента до множини;

$\cap$  – перетин множин;

$\cup$  – об'єднання множин;

$\setminus$  – за виключенням;

$\Rightarrow$  – імплікація (слідкування);

$\rightarrow$  – надсилання до.

До термінологічного ресурсу е-гларію можуть накладатися обмеження щодо не включення певних термінів (множина  $O$ ), наприклад, які використовуються для найменування специфічного технічного обладнання.

Остаточне рішення щодо включення/не включення запропонованого терміну приймається експертною групою в ході голосування.

У графічному вигляді модель належності терміну до області спеціалізації е-гларію можливо представити наступним чином (рис. 2.3).

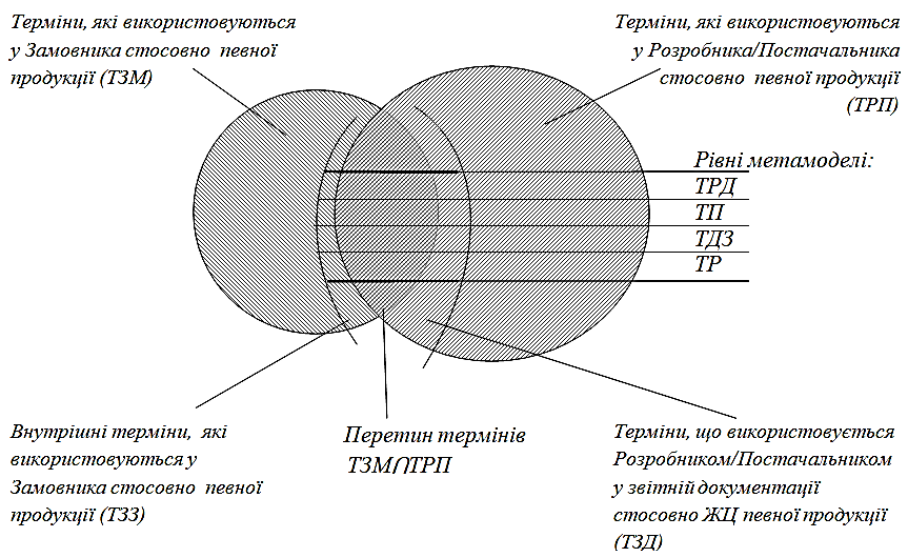


Рис. 2.3. Графічне зображення належності терміну до області спеціалізації е-гларію

Незважаючи на те, що *Критерій1* носить рекомендаційний характер, він повинен застосовуватися індивідуально кожним експертом перед поданням на розгляд експертної групи пропозиції нового терміну з метою включення його до е-гларію.

Для вибору найбільш прийняттого визначення пропонується використовувати ще два критерії по аналогії з критеріями, які

використовуються у методології наук для вибору між альтернативними гіпотезами [6]:

- критерій продуктивності – з двох гіпотез, які однаково добре узгоджуються з даними спостереженнями, краща та, яка може бути застосована до більш широкого кола фактів і явищ;

- критерій простоти – з двох гіпотез, які можна застосувати до однакового кола фактів і явищ, краща простіша гіпотеза.

Перефразовуючи ці критерії для вибору найбільш прийняттого визначення терміну, можна сформулювати наступні два критерії щодо формулювання визначень термінів:

- *Критерій 2* – з декількох визначень терміну, які добре узгоджуються з практикою їх використання, переважає те, яке найближче до визначення, що застосовується в стандартах ISO/IEC;

- *Критерій 3* – з декількох визначень терміну, які можна застосувати до поняття, краще більш просте визначення.

Фактично критерії 1-3 задають верхній рівень онтологічної моделі визначеної предметної області термінологічного ресурсу і можуть бути алгоритмізовані з наступною програмною реалізацією.

### **2.3 Алгоритм подання пропозицій термінів, їх оцінки та вибору**

В узагальненому вигляді алгоритм формування (наповнення) е-гларію термінами складається з декількох етапів (рис. 2.4).

Для реалізації процедури подання пропозицій термінів, їх оцінки та вибору остаточного варіанту визначення терміну створюється група експертів, найбільш досвідченому з яких надається роль відповідального. Кількість експертів не обмежується. У разі необхідності створюються підгрупи експертів по сферах їх компетенції.

Основні функції експертів:

- подання в межах своїх компетентностей пропозицій нових термінів у форматі прийнятої структури термінологічного запису е-гларію;

- подання альтернативних пропозицій/варіантів для пропозицій нових термінів;
- проведення експертної оцінки пропозицій на різних фазах їх вибору;
- участь в обговоренні поточних/принципових питань формування е-глосарію на форумі та технічних нарадах експертної групи;
- участь протягом визначеного часу у супроводі (актуалізації) термінів е-глосарію.

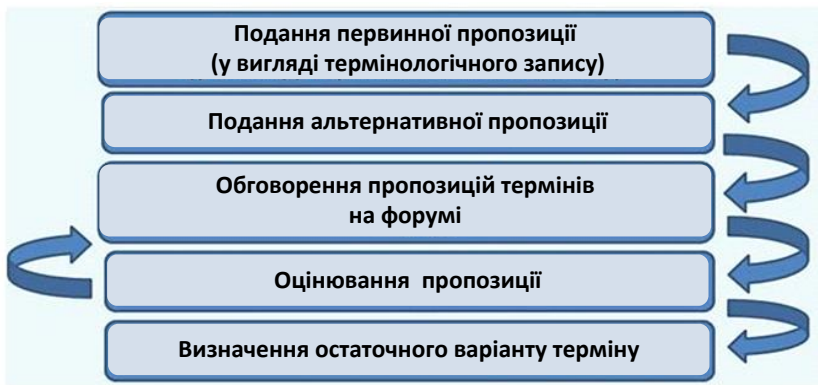


Рис. 2.4. Узагальнений алгоритм формування (наповнення) е-глосарію термінами

Додаткові функції відповідального експерта:

- регламентувати у часі тривалість періодів подання пропозицій та їх оцінювання;
- приймати рішення у спірних ситуаціях;
- узагальнювати поточну інформацію щодо стану наповнення е-глосарію термінами та доповідати про це на технічних нарадах експертної групи;
- нагадувати експертам про закінчення періодів подання та оцінювання пропозицій з метою своєчасного виконання експертами своїх функцій.

У будь-який час експерт має можливість запропонувати обговорення терміну на внутрішньому форумі експертної групи з метою отримання рекомендацій по удосконаленню своєї пропозиції.

Кожен експерт у будь-який час може зняти свою пропозицію з розгляду, а також підключитися до оцінювання пропозицій на будь-якій фазі.

В разі необхідності врахування кваліфікації експертів в експертній групі/підгрупі можливе застосування вагових коефіцієнтів в залежності від сфер їх компетентності та досвіду роботи в даній предметній області при застосуванні методу аналізу ієрархій.

Розглянемо етапи алгоритму більш детально.

#### *1) Подання первинної пропозиції*

Експерт пропонує на розгляд експертам новий термін у форматі термінологічного запису.

Інформація про пропозицію щодо включення нового терміну до е-глосарію доводиться до відома усіх інших експертів групи.

#### *2) Подання альтернативних пропозицій*

Після надходження від експерта пропозиції щодо включення нового терміну до е-глосарію всі інші експерти групи мають можливість протягом встановленого часу надати альтернативні пропозиції цього терміну, які відрізняються за змістом від первинної пропозиції хоча б по одній з категорій.

#### *3) Обговорення первинної та альтернативних пропозицій*

До початку оцінювання експерти мають можливість обговорити пропозиції (по телефону, по електронній пошті, відкривши відповідну тему на форумі, на нарадах), тобто анонімність не вимагається.

#### *4) Оцінювання пропозицій*

##### *4.1) Вибір базової пропозиції терміну*

Після завершення періоду надання альтернативних пропозицій одного терміну експерти протягом встановленого часу оцінюють всі пропозиції за *методом схвального голосування з додатковою функціональністю*.

*43.1.1) Перша фаза вибору базової пропозиції.* Для кожної пропозиції здійснюється підрахунок поставлених експертами оцінок.



Підрахунок виконується за умови, що в процедурі оцінки брали участь не менше двох експертів.

Підтриманою (вибраною) на першій фазі вважається пропозиція терміну (термінологічного запису), яка набрала найбільшу різницю між сумарними кількостями оцінок *підтримати* та *проти* (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Ілюстрація процедури оцінювання пропозицій терміну

Якщо така пропозиція одна, вона отримує статус базової, далі розпочинається подання варіантів базової пропозиції. В іншому разі виконується друга фаза вибору базової пропозиції.

Якщо альтернативних пропозицій не було, то базова пропозиція відразу стає остаточною.

Якщо більшість експертів висловились проти самого терміну, даний термін вважається відхиленням і не включається до е-гларсарию.

4.1.2) *Друга фаза вибору базової пропозиції.* Якщо однакову найбільшу кількість оцінок підтримати отримали на першій фазі більше, ніж одна пропозиція, здійснюється друга фаза вибору – експерти оцінюють вибрані на першій фазі пропозиції за методом аналізу ієрархій або методом відносної більшості.

Якщо в результаті другої фази знов виявилось більше, ніж одна, найбільш прийнятна для найбільшої кількості експертів пропозиція, тоді обирається та пропозиція, яку визначає відповідальний експерт (у разі необхідності, після консультацій з іншими експертами).

Обрана пропозиція отримує статус *базової*.

#### *4.2) Подання і оцінка варіантів базової пропозиції*

Експерти, для яких базова пропозиція не була найбільш прийнятною, мають можливість подати нові варіанти цієї пропозиції з урахуванням коригувань, які, на їх думку, покращують формулювання обраної базової пропозиції. Після цього ще раз повторюється цикл оцінки та вибору, як під час другої фази.

#### *5) Визначення остаточного варіанту терміну*

В результаті проведення зазначеної процедури визначається варіант терміну для включення до е-глосарію.

У разі необхідності остаточне рішення щодо вибору терміну для включення/не включення до е-глосарію приймається відповідальним експертом за результатами обговорення з експертами.

## **Висновки**

Запропонована технологія формування термінологічного апарату предметної області пройшла успішну апробацію при створенні електронного глосарію термінів сфери управління життєвим циклом інформаційних систем Міністерства оборони України.

Технологія зручна у використанні, не потребує анонімності експертів, гнучка з точки зору залучення експертів на різних етапах її застосування. можливість участі експертів у спільному обговоренні проблемних питань наближує рішення до консенсусного.

## Список використаних джерел до розділу 2

1. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень: Монографія. – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.
2. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели. – М.: Мир, 1991. – 464 с.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Пер. с англ. – М.: «Радио и связь». – 1993. - 278 с.
4. Карпович А.А., Нетесін І.Є., Поліщук В.Б. Как выбрать ERP по методу Саати. // ИТМ. Информационные технологии для менеджмента. – 2014. – Часть 1.- №6-8. – С. 16-21. – Часть 2. – №9-10. – С. 10-14.
5. Александров П.С. Введение в теорию множеств и общую топологию. – М.: Наука, 1977. – 368 с.
6. Шаумян С.К. Структурная лингвистика. – М.: Наука, 1965. – 395 с.



## **РОЗДІЛ 3.**

# **ОЦІНЮВАННЯ НОСІЇВ СПРОМОЖНОСТЕЙ В ОБОРОННОМУ ПЛАНУВАННІ**

### **Вступ**

Впровадження оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України і Збройних Силах України гостро потребує визначення методичних підходів та їх реалізації у вигляді програмних інформаційно-аналітичних інструментів, застосування яких має сприяти підтримці прийняття раціональних рішень у даному напрямку [1-3].

Враховуючи наявність складного середовища оборонного планування вибір варіантів носіїв спроможностей необхідно здійснювати експертами, а у якості методичної основи для прийняття раціонального рішення застосовувати методи багатокритеріального аналізу.

У цьому розділі використані Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України (далі – Рекомендації), що представлені у відкритому доступі, з яких відібрано приклад стосовно забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії [4].

### **3.1. Проблематика оцінювання носіїв спроможностей**

Носіями спроможностей є військові організаційні структури, органи управління, окремі засоби і системи, які загалом представляють ієрархічні системи. Кожна структурна одиниця сил оборони може мати більш ніж одну спроможність, а кожна спроможність може реалізовуватись більш ніж однією структурною одиницею. Більше того, набуті ту чи іншу спроможність її носій як система може не однією, а декількома комбінаціями складових елементів. Носії спроможностей мають властивості, які характеризуються як кількісними, так і якісними показниками.

Враховуючи складність середовища оборонного планування в [4] обґрунтовано рекомендується вибір варіанту реалізації спроможності здійснювати експертами, а у якості методичної основи для вирішення цієї проблеми застосовувати методи аналізу багатомірних критеріїв, зокрема метод багатокритеріального аналізу із визначенням пріоритету (ваги) та відповідності носіїв спроможності завданню за методом експертних оцінок (метод Делфі). У той же час зазначається, що для розв'язання цієї задачі можуть застосовуватись й інші апробовані математичні методики (розрахункові задачі), спеціальне математичне програмне забезпечення.

Одним з таких методів для ранжування носіїв спроможностей за певними критеріями пропонується застосувати експертний метод аналізу ієрархій [5], який від самого початку був розроблений американським вченим Томасом Сааті для вирішення проблем планування в умовах виникнення непередбачених обставин для Міністерства оборони США, а зараз активно використовується такими світовими лідерами, як IBM, British Airways, Xerox, Ford та іншими [6].

Але, які б підходи до оцінки альтернатив не використовувались, для підтримки прийняття рішень експертами у складному просторі необхідно забезпечити збір, представлення та аналіз на різних рівнях значної сукупності гетерогенних даних. При цьому дані мають

найбільш точно відображати структуру предметної області, адже від цього в першу чергу залежить якість отриманого рішення. Це вимагає скрупульозної деталізації проблемної області (ПдО) для чіткого визначення критеріїв, альтернатив та іншої інформації. Погрішності на етапі структуризації зазвичай призводять до утворення хибних моделей прийняття рішення, які зумовлюють отримання некоректних результатів [7,8].

Одним із методів, що дозволяє вирішувати зазначену проблему, є онтологічне представлення ПдО як детальний опис предметної області за допомогою концептуальної схеми, що складається з ієрархічної структури даних, містить інформацію про властивості, а також про відношення між поняттями та об'єктами [9]. Саме формалізація подання відношень в онтології робить можливим їх використання для розв'язання широкого спектру задач. Онтологічний підхід дозволяє інтегрувати експертні знання на основі загального розуміння інформаційних структур, забезпечує багатократне застосування знань з ПдО, надає засоби для аналізу знань. При цьому важливо, що онтологія забезпечує підтримку прийняття рішень за рахунок можливості програмно-інтерпретованого комп'ютерного подання знань про конкретну ПдО і, як наслідок, застосування для аналізу відповідних інформаційних технологій.

### **3.2. Особливості використання в сфері оборонного планування методу аналізу ієрархій та онтологічної моделі даних**

Будь-яка багатокритеріальна задача може бути представленою ієрархічною системою, на нижньому рівні якої здійснюється оцінка об'єкта за допомогою вектору критеріїв, сформованого декомпозицією його властивостей, а на верхньому рівні за допомогою механізму композиції утворюється оцінка об'єкта в цілому [7].

З точки зору авторів даної монографії метод, який розв'язує багатокритеріальну задачу вибору альтернативи при прийнятті рішення, повинен задовольняти наступним вимогам:

- застосовувати концепцію «векторного» підходу до оцінки альтернатив. При цьому бажано, щоб глибина декомпозиції (ієрархії) властивостей (характеристик, критеріїв) альтернатив приводила до досягнення їх кількісних значень;

- передбачати попарне порівняння альтернатив за окремими властивостями з використанням як якісних, так і кількісних природних або штучних характеристик з унеможливленням порушення умов транзитивної узгодженості суджень експертів шляхом їх контролю та підвищенням об'єктивності формування векторів характеристик на основі представлення відповідної предметної області у вигляді певної моделі даних;

- забезпечувати реалізацію композиції експертних оцінок на різних рівнях ієрархії методом вкладення скалярних згорток.

З існуючих методів багатокритеріального аналізу цим вимогам найбільш відповідає метод аналізу ієрархій, який може бути використаний не тільки для вибору альтернатив, а й для визначення відносної важливості самих характеристик.

Для цього необхідно, по-перше, визначити попередній перелік носіїв спроможностей (тобто альтернатив, серед яких буде здійснюватися вибір) для виконання поставленого завдання, по-друге, побудувати домінуючу ієрархію критеріїв – тих властивостей носіїв спроможностей, які суттєво впливають на виконання цього завдання, по-третє, провести експертами парні порівняння альтернатив з виставленням оцінок переваги однієї альтернативи над іншою за кожним критерієм за спеціальною шкалою Т. Сааті і, по-четверте, узагальнити ці оцінки з використанням скалярної (лінійної) згортки з урахуванням значимості (ваги) критеріїв та, можливо, компетентності (ваги) експертів, що дозволить отримати сумарні оцінки (рейтинг) по кожній альтернативі і, таким чином, здійснити їх ранжування.

Розглянемо застосування МАІ для розв'язання задачі рейтингування носіїв спроможностей, як альтернатив, для забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії [4], які вибрані з

каталогу спроможностей ЗСУ. Ця група носіїв спроможностей (позначимо як *C*) наведена у табл. 3.1 разом з позначенням кожного носія спроможності.

Таблиця 3.1

**Перелік носіїв спроможностей (альтернатив)**

| № з/п | Код носія спроможності | Назва носія спроможності  | Позначення носія спроможності |
|-------|------------------------|---|-------------------------------|
| 1.    | ISTAR-UGS              | Автоматизовані наземні сенсори для спостереження, виявлення цілей та розвідки   | <i>C1</i>                     |
| 2.    | ISTAR-REC-CLOSE        | Ближня розвідка за допомогою вдосконаленої розвідувальної системи виявлення та розпізнавання цілей                            | <i>C2</i>                     |
| 3.    | ISTAR-WLR              | Радар встановлення місцезнаходження вогневих засобів розвідки, спостереження, виявлення цілей та розвідки технічними засобами | <i>C3</i>                     |
| 4.    | UAS-MA                 | ДКЛІА - середньої висоти  | <i>C4</i>                     |
| 5.    | AVN-HUL                | Легкий вертоліт загального призначення (Удосконалення обладнання)   | <i>C5</i>                     |

Для оцінки носіїв спроможностей запропоновано дві групи критеріїв – відповідність завданню (цінність) та можливості впровадження носіїв спроможностей [4] (табл. 3.2).

Побудуємо ієрархію задачі на основі даних табл. 3.1, 3.2 (рис. 3.1). Ця ієрархія має два куці критеріїв, кожний з яких має власні гілки. Будемо вважати критерії *K1*, *K2* критеріями 1-го рівня, а усі інші – критеріями 2-го рівня.

Кожен носій спроможності повинен мати атрибутивні описи, які характеризують його з точки зору кожного з цих критеріїв (наприклад, для *C5* критерій *K107* характеризується значенням у 500 км).

Для забезпечення опрацювання цієї ієрархії разом з атрибутивними описами комп'ютерними засобами доцільно представити її у вигляді онтологічної моделі. Основними компонентами онтології ПдО зазвичай є: класи (концепти-поняття),



відношення (властивості, атрибути), функції, аксіоми, екземпляри (концепти-індивіди), де класи визначають абстрактні групи, колекції або набори об'єктів (елементів системи або понять).

Таблиця 3.2

**Перелік критеріїв оцінки носіїв спроможностей**

| Критерії цінності носіїв спроможностей (K1) |             | Критерії можливості впровадження (K2) |             |
|---|-------------|---------------------------------------|-------------|
| Назва критерію                              | Позначення  | Назва критерію                        | Позначення  |
| Багатофункціональність                      | <i>K101</i> | Вартість                              | <i>K201</i> |
| Ймовірність викриття противника             | <i>K102</i> | Локалізація                           | <i>K202</i> |
| Мобільність                                 | <i>K103</i> | Наявність інфраструктури              | <i>K203</i> |
| Надійність                                  | <i>K104</i> | Наявність підготовленого персоналу    | <i>K204</i> |
| Оперативність                               | <i>K105</i> | Наявність технологій                  | <i>K205</i> |
| Прихованість                                | <i>K106</i> | Швидкість впровадження                | <i>K206</i> |
| Радіус дії                                  | <i>K107</i> |                                       |             |
| Тривалість дій                              | <i>K108</i> |                                       |             |
| Усезгодність                                | <i>K109</i> |                                       |             |

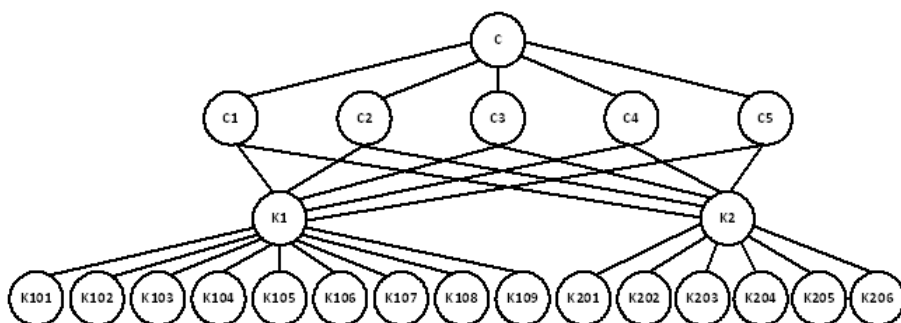


Рис. 3.1. Ієрархія критеріїв для визначення рейтингу носіїв спроможностей для забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії

В загальному випадку онтологія предметної області формально представляється впорядкованою трійкою [9-11]  $O = \langle X, R, F \rangle$ , де  $X$  – множина концептів (понять, термінів) предметної області,  $R$  – множина відношень та властивостей між ними,  $F$  – функції інтерпретації (визначень)  $X$  та/або  $R$ . Граничні випадки множин цього виразу у різних комбінаціях значень  $X$ ,  $R$  і  $F$  дають різні варіанти онтологічних конструкцій, починаючи від простого словника до таксономії та формальної концептуальної структури бази знань. Для розв'язання прикладних задач в ПдО за процедурою побудови онтології та з урахуванням її певної функціональної повноти і ступеня формальності зазвичай виділяють так звані тематичні (предметні) онтології – такі онтології, в яких множини концептів та концептуальних відношень є максимально повними, а до функцій інтерпретації додаються атрибутивні описи – аксіоми, визначення та обмеження за тематикою даної ПдО. Над ними надбудовуються онтології задач, які застосовуються при розробці програмного забезпечення, призначеного для виконання конкретної задачі.

Схема формальної моделі тематичної онтології  $OT$  описується як  $OT = \langle X, R, F, A(D, L) \rangle$ , де, додатково,  $A$  – скінченна множина аксіом, які використовуються для запису завжди істинних висловлювань (визначень і обмежень) в термінах тематики ПдО;  $D$  – множина додаткових визначень концептів в термінах тематики ПдО;  $L$  – множина обмежень, що визначає область дії понятійних структур визначеної тематики ПдО.

Базовою системною компонентою онтологічної системи є таксономія. Вона відображає певну ієрархію взаємодії концептів, яка задається за допомогою бінарних відношень, що визначають характер взаємодії між концептами онтології. Таксономії можуть доповнюватись функціями інтерпретації – спеціальний випадок відношень, в яких  $n$ -й елемент відношення однозначно визначається  $n-1$  попередніми елементами, а також аксіомами, які використовуються, щоб записати завжди істинні висловлювання. Вони можуть бути включені в онтологію, наприклад, для визначення комплексних обмежень на значення атрибутів, на аргументи відношень, для перевірки коректності даних, описаних в онтології, або для забезпечення логічних висновків.

У зв'язку із цим онтологічну систему оборонного планування на основі спроможностей можна передусім представити низкою таксономій, що описують складові планування сил за характеристиками носіїв спроможностей.

Поєднання цих таксономій в єдину онтологічну систему шляхом встановлення відношень між їх концептами утворює інформаційний простір, що має забезпечити експертам вичерпний і чіткий супровід їх діяльності щодо оцінки альтернатив на об'єктивній основі. На рис. 3.2 показана загальна схема формування вектору критеріїв вибору альтернатив задачі прийняття рішення з використанням онтологічних даних ПДО.

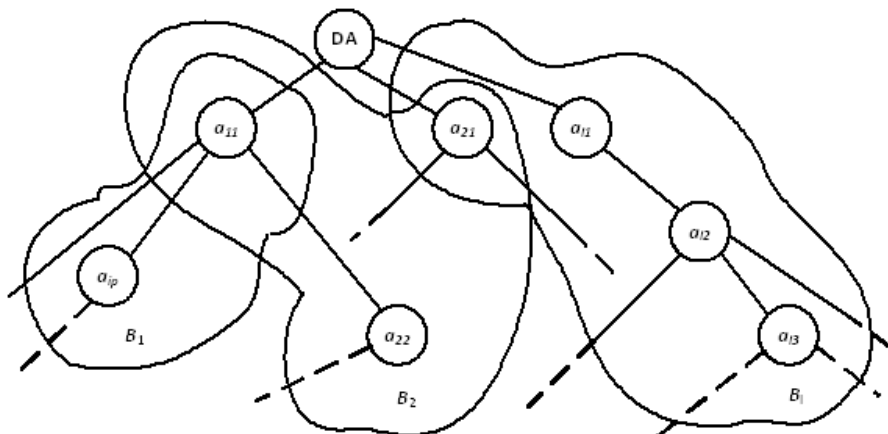


Рис. 3.2. Загальна схема формування вектору критеріїв вибору альтернатив з використанням онтологічних даних (DA – domain array (ПДО),  $a_{ij}$  – концепти,  $B_l$  - вектор критеріїв)

На рис. 3.3 наведений фрагмент такої таксономії з екземплярами класу  $CI$  для прикладу який розглядався вище, а саме – таксономія задачі ранжування (вибору) носіїв спроможностей за їх характеристиками для забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії.

Атрибутивні описи (властивості) критеріїв можуть бути представленими в онтологічній базі даних у вигляді фреймів, у слотах яких містяться відповідні числові чи лінгвістичні дані. Ці дані мають використовуватись експертами для підтримки прийняття ними рішень щодо оцінювання альтернатив.

Таким чином, необхідна інформаційна підтримка розв'язання задачі формування критеріїв та вибору альтернатив може полягати в застосуванні експертами онтологічної моделі ПдО на основі інтерпретаційних функцій вибору, побудованих за допомогою гіпервідношень над концептами таксономічної структури онтології та їх властивостями.

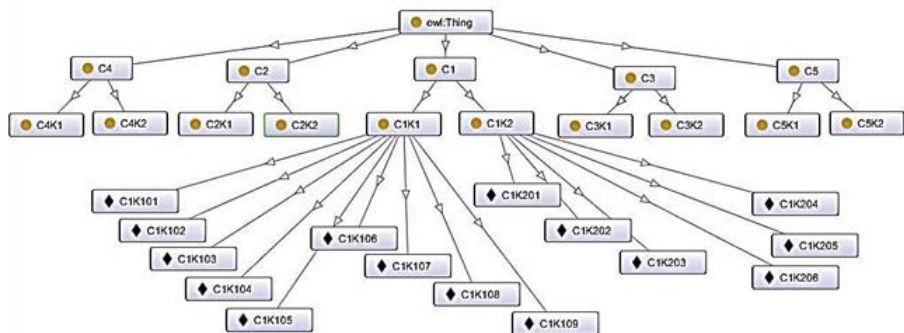


Рис. 3.3. Таксономія задачі ранжування (вибору) носіїв спроможностей за їх характеристиками для забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії

При цьому важливо, що онтологія забезпечує підтримку прийняття рішень за рахунок можливості програмно-інтерпретованого комп'ютерного подання знань про конкретну ПдО і, як наслідок, застосування для аналізу відповідних інформаційних технологій.

На сучасному етапі часто розглядають онтології у спільному контексті з фреймовими моделями. Фрейми – це абстракція, яка дає змогу подати деякий стереотип інформації. Фреймова структура описує узагальнене, родове поняття, тобто групу (клас) однотипних об'єктів з однаковими характеристиками, поданими відповідними слотами

фрейму. У зв'язку із цим цілком можливим є розгляд вузлів онтологічного графу як фреймів з власною внутрішньою структурою. З іншого боку, важливою властивістю фреймових моделей є допустимість введення різноманітних зв'язків між слотами фреймів. Таким чином система зв'язаних фреймів може уявляти собою онтологію.

Онтології з фреймами орієнтовані на структурування знань: онтології основний акцент роблять на описуванні різноманітних зв'язків між інформаційними одиницями, а фреймові моделі – на відношеннях узагальнення та агрегації.

Аналіз наявних моделей подання знань свідчить, що перспективним видається й поєднання онтологій і фреймів, наприклад, з продукційними моделями. Приміром, самі знання можна описувати на основі онтологій, а операції над ними задавати як продукції [12]. Таким чином, для моделювання структури та функцій ПдО доцільним є використання поєднання різних моделей подання знань, а саме:

- онтології (концептуальних графів) – для відображення наявних у ПдО семантичних зв'язків між окремими поняттями та їхніми властивостями;

- фреймової – для опису в БД загальної таксономічної структури ПдО;

- правил продукцій, логіки предикатів – для реалізації механізмів міркування, контролю цілісності, наповнення й оптимізації структури і змісту онтології.

Практичний напрям широкого використання онтологій забезпечується напрацьованими міжнародними стандартами і специфікаціями, зокрема завдяки наявності традиційних мов специфікації онтологій (Ontolingua, CYCL, RDF, OWL), мов, заснованих на дескриптивних логіках, таких, як LOOM, мов, заснованих на фреймах – OKBC, OCML, Flogic.

Але при цьому залишається актуальною одна з основних проблем при створенні систем обробки знань – автоматизована побудова множин понятійних структур, відношень між ними і формально-логічного опису, що в сукупності й складають базу знань предметної області, адже її об'єм навіть для незначних ПдО може становити кілька тисяч записів. Особливої складності таке завдання набуває для обробки

україномовного сегменту даних, де майже відсутні відповідні стандарти і специфікації.

Тому, розробка подібної інтелектуальної програмної системи автоматизованої побудови онтологічних баз знань є важливою і актуальною. Ядром її має бути автоматична обробка природно-мовних текстів (Natural Language Processing) та витяг з множини текстових документів знань, релевантних заданій ПдО, їх системно-онтологічна структуризація і формально-логічне представлення на загальноприйнятих мовах опису онтологій (Knowledge Representation) [13].

Водночас можливим є й вирішення загальної проблеми інтеграції даних, яка полягає у забезпеченні взаємодії між онтологічною моделлю та реляційною моделлю даних. У разі поєднання їх загальною семантикою даних певної ПдО, така інтеграція може базуватись на застосуванні універсальних механізмів, наприклад, у відповідності до процесу Data Mapping [14]. Методологічною основою Data Mapping є напрям, який визначається як *Ontology-based data integration*, теоретичним і практичним розвитком якого є підхід *Ontology-Based Data Access (OBDA)*. Метод інтеграції OBDA зводить онтологічні моделі, представлені, приміром, у вигляді онтографів RDF, з даними реляційних таблиць, а також дозволяє виконувати запити до кількох неоднорідних реляційних джерел даних. Метод передбачає можливість переформатування SPARQL-запитів за онтологічною моделлю на еквівалентні SQL-запити до реляційних БД.

### **3.3. Використання онтологічного підходу в оборонному плануванні**

Як зазначалося вище, простір рішень оцінювання на основі **спроможностей** (ООС) для всіх складових сил оборони представляє складну багатовимірну ієрархічну структуру, що в цілому позначається акронімом DOTMLPF. Носіями спроможностей є військові організаційні структури, органи управління, окремі засоби і системи.

Кожна структурна одиниця сил оборони може мати більш ніж одну спроможність, а кожна спроможність може реалізовуватись більш ніж однією структурною одиницею. Набути ту чи іншу спроможність її носій може не однією, а декількома комбінаціями складових елементів системи. При цьому носії спроможності мають властивості, які характеризуються як кількісними, так і якісними показниками.

Які б підходи до оцінки альтернатив, що підлягають вибору, не використовувались, для підтримки прийняття рішень експертами у такому складному просторі як оборонна інфраструктура необхідно забезпечити збір, подання та аналіз на різних рівнях значної сукупності гетерогенних даних та опрацювання баз знань. У загальному сенсі база знань представляє світ, у якому існують процеси прийняття рішення, і є значною за об'ємом системою таксономій, що відображають певну ієрархію взаємодії концептів, яка задається за допомогою бінарних відношень.

Для складної системи така онтологія має пірамідальну структуру шарів ранжування, починаючи від абстракцій загальних концептів і відношень між ними (онтологія представлення, або вища онтологія, Upper Ontology) (рис. 3.4).

Наступний шар (Core Theories, онтологія ядра, або онтологія верхнього рівня) представляє загальні факти про простір, час і причинності, що є важливими для майже всіх загальноприйнятих суджень, зокрема у даному світі.

Онтології предметних областей (Domain-Specific Theories) описують специфіку тих частин світу, що викликають інтерес при прийнятті конкретних рішень. Нарешті факти (Facts) представляють дані, що стосуються окремих екземплярів (individuals) цього світу.



Рис. 3.4. Пірамідальна структура онтологій бази знань

У зв'язку із цим відповідно до семантики оборонного планування на основі спроможностей онтологічну модель цієї сфери можна передусім представити низкою таксономій суперкласів — <Class hierarch>, що описують складові планування сил за характеристиками їх спроможностей, а мапа цих суперкласів може бути представленою рис. 3.5.

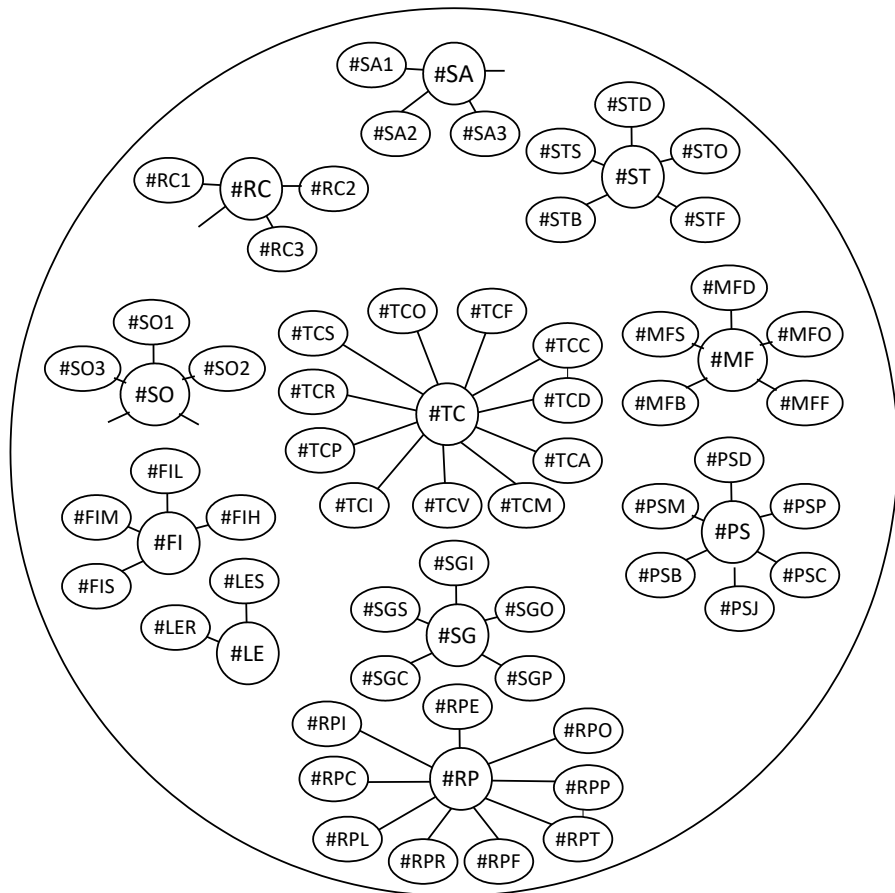


Рис. 3.5. Онтологічна мапа суперкласів сфери оборонного планування на основі спроможностей



Така онтологічна модель складається з суперкласів:

1) <TYPICAL\_CAPABILITIES> (#TC) – типових спроможностей Збройних сил України, що складається з класів: оперативні (#TCO), бойові (#TCF), спеціальні (#TCS); з класів функціональних груп забезпечення готовності військ - співробітництво у сфері безпеки і оборони (#TCC), розгортання та мобільність військ (#TCD), застосування (#TCA), забезпечення, керівництво та управління (#TCM), захист та живучість (#TCV), розвідка (#TCI), військово-політичне керівництво (#TCP), управління ресурсами (#TCR); з деталізацією на стратегічному, оперативному та тактичному рівнях та з подальшим групуванням спроможності на підгрупи (підспроможності);

2) <SCENARIOS\_APPLICATION> (#SA) – сценаріїв застосування військ (сил): перший сценарій (#SA1), другий сценарій (#SA2), третій сценарій (#SA3) і т.д.;

3) <SOLDIERY\_TASKS> (#ST) – військових завдань, що складається з класів: стратегічне розгортання (#STD), операції (#STO), бойові дії (#STF), бої (#STB), удари (#STS);

4) <REQUIREMENTS\_CAPABILITIES> (#RC) – вимог до , що складається з класів: перелік умов та критерії виконання завдань за першим сценарієм (#RC1), перелік умов та критерії виконання завдань за другим сценарієм (#RC1), і т.д.;

5) <SOLDIERY\_ORGANIZATION> (#SO) – складу та організаційної структури військ (сил), що складається з класів, які відповідають затвердженій структурі;

6) <MATERIEL\_FINANCIAL> (#MF) – ресурсів, що складається з класів: ОВТ (озброєння і військова техніка) (#MFA), обладнання (#MFE), МТЗ (матеріально-технічне забезпечення) (#MFM), витратні матеріали (#MFS), фінансові ресурси (#MFF);

7) <PERSONNEL> (#PS) – кадрового забезпечення, що складається з класів: керівний склад (#PSM), персонал підрозділів (#PSD), персонал частин (#PSP), персонал з'єднань (#PSJ), персонал органів військового управління (#PSB), цивільний персонал (#PSC); <FACILITIES> (#FI) – військової інфраструктури, що складається з класів: логістичне забезпечення (#FIL), житлове забезпечення (#FIH), медичне забезпечення (#FIM), утримання запасів (#FIS);

8) < LEADERSHIP\_EDUCATION> (#LE) – військової освіти та науки, що складається з класів: наукові дослідження в інтересах оборони (#LES), науково-дослідна діяльність на створення нових видів (зразків) озброєння та військової техніки (#LER);

9) < SOCIAL\_TRAINING> (#SG) – соціальної та гуманітарної політики та роботи з особовим складом, що складається з класів: інформаційно-пропагандистське забезпечення (#SGI), психологічне забезпечення (#SGP), воєнно-соціальна робота (#SGS), культурно - виховна робота (#SGC), інформаційно-психологічна протидія (#SGO);

10) < RISKS> (#RP) – ризиків оборонного планування, що складається з класів: зовнішні (#RPE), внутрішні (#RPI), кадрові (#RPP), корупційні (#RPC), нормативно-правові (#RPL), операційно-технологічні (#RPO), програмно-технічні (#RPT), репутаційні (#RPR), фінансово-господарські (#RPF).

Поєднання цих таксономій в єдину онтологічну систему шляхом встановлення відношень між їх концептами утворює інформаційний простір, що має забезпечити експертам вичерпний і чіткий супровід їх діяльності.

Подальша деталізація цієї системи (рівень предметних онтологій рис. 3.4) описує, зокрема, носії спроможностей, що створює умови для їх оцінки та вибору на об'єктивній основі з урахуванням того, що кожна спроможність може реалізовуватись різними її носіями.

### **3.4. Алгоритм оцінювання носіїв спроможностей експертами**

Для опрацювання ієрархії задачі оцінювання носіїв спроможностей пропонується алгоритм та розроблено відповідний програмний засіб, який підтримує процес їх оцінювання експертами і обробку оцінок.

Спочатку, використовуючи онтологічні дані для кожного куща таксономії, формується уніфікований набір таблиць для фіксування результатів попарного порівняння носіїв спроможностей за кожним

критерієм. Експертам пропонується проводити порівняння носіїв спроможностей за допомогою усіченої шкали Т. Сааті, що містить не 9, а лише 5 (без зворотних величин) варіантів найменування оцінки при парному порівнянні (табл. 3.3).

Це порівняння (висловлювання експертами своїх суджень) проводиться у програмному засобі шляхом вибору з випадуючого списку якісних значень лінгвістичної змінної, а в клітинки таблиць автоматично проставляються відповідні кількісні значення та їх зворотні величини. Узагальнений вигляд такої таблиці для парного порівняння носіїв спроможностей  $C1 - C5$  за одним з критеріїв надано у табл. 3.4.

Таблиця 3.3

**Усічений варіант шкали Т. Сааті**

| Варіанти найменування оцінки при парному порівнянні (якісні значення лінгвістичної змінної) | Кількісні значення |
|---|--------------------|
| Набагато кращий/набагато важливіший/має абсолютну перевагу                                  | 9                  |
| Значно кращий/значно важливіший/має значну перевагу   | 7                  |
| Кращий/важливіший/має перевагу  | 5                  |
| Трохи кращий/трохи важливіший/має незначну перевагу   | 3                  |
| Рівні   | 1                  |

Таблиця 3.4

**Приклад таблиці для проведення експертами парних порівнянь носіїв спроможностей з наповненням за критерієм K105 (оперативність)**

| Критерій K105<br>Експерт № _____ | $C1$ | $C2$ | $C3$ | $C4$ | $C5$ |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| $C1$                             | 1    |      |      |      |      |
| $C2$                             |      | 1    |      |      |      |
| $C3$                             |      |      | 1    |      |      |
| $C4$                             |      |      |      | 1    |      |
| $C5$                             |      |      |      |      | 1    |

Для попарного порівняння всіх визначених носіїв спроможностей за одним критерієм експерт має здійснити не більше

$N \times (N - 1) / 2$  порівнянь. Виходячи з цієї інформації автоматично заповнюються всі  $N^2$  елементів таблиці (матриці  $N \times N$ ), тому що відповідно до структури шкали ця матриця є зворотно-симетричною, тобто для всіх її елементів виконуються рівності:  $a_{rq} = 1/a_{qr}$ . За бажанням експерт може і самостійно вносити у клітинки таблиці інші числові значення з інтервалу  $[1,9]$ .

Для нашого прикладу на нижньому рівні ієрархії кожний експерт заповнює по 15 таких таблиць – 9 для першого та 6 для другого куца.

Узагальнена таблиця для обчислення з прикладом має вже наступний вигляд (табл. 3.5)

Таблиця 3.5

**Приклад таблиці для обчислення парних порівнянь носіїв спроможностей з наповненням за критерієм K105 (оперативність)**

| Кри-терій K105  | C1<br>$H_{n1}(i,j)$ | C2<br>$H_{n2}(i,j)$ | C3<br>$H_{n3}(i,j)$ | C4<br>$H_{n4}(i,j)$ | C5<br>$H_{n5}(i,j)$ | Середнє геомет-ричне $Z_n(i,j)$ | Нормо-ване значення $X_n(i,j)$ |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| C1              | 1                   | 9                   | 3                   | 7                   | 9                   | 4,42732                         | 0,54189                        |
| C2              | 1/9                 | 1                   | 1/7                 | 1/3                 | 1                   | 0,35052                         | 0,0429                         |
| C3              | 1/3                 | 7                   | 1                   | 5                   | 5                   | 2,25519                         | 0,27603                        |
| C4              | 1/7                 | 3                   | 1/5                 | 1                   | 3                   | 0,76214                         | 0,09328                        |
| C5              | 1/9                 | 1                   | 1/5                 | 1/3                 | 1                   | 0,37492                         | 0,04589                        |
| Сума оцінок     |                     |                     |                     |                     |                     | 8,17009                         | 1,00000                        |
| $\lambda_{max}$ | 5,19862             |                     |                     |                     |                     |                                 |                                |
| IУ              | 0,04966             |                     |                     |                     |                     |                                 |                                |
| ВУ              | 4,43%               |                     |                     |                     |                     |                                 |                                |

У цій таблиці через  $H_{n,m}(i,j)$  позначено кількісне значення  $i$ -го критерію, яке відповідає якісному значенню, вибраному  $j$ -м експертом при порівнянні  $n$ -го носія спроможності з іншими носіями,  $n = 1, \dots, N$ , де  $N$  – кількість альтернативних носіїв спроможностей,  $m = 1, \dots, M$ , де  $M$  – кількість експертів, які приймають участь в оцінюванні (для нашого прикладу  $N = 5$ ).

Далі по кожному рядку таблиці підраховується  $Z_n(i,j)$  – середнє геометричне значень  $H_{n,m}(i,j)$  і проводиться їх нормування, тобто приведення значень до інтервалу  $[0,1]$  – кожне середнє геометричне ділиться на суму всіх середніх геометричних. Використовується саме

середнє геометричне, оскільки відомо, що воно надає найбільш точний результат усереднення при визначенні середнього значення відносних величин. В результаті опрацювання таблиці отримуємо  $X_n(i, j)$  – нормовані значення оцінки  $j$ -им експертом всіх  $C_n$  у порівнянні з іншими носіями за  $i$ -им критерієм.

Основною проблемою, яка часто виникає при застосуванні парних порівнянь, є можлива неузгодженість висловлювань експерта при оцінюванні альтернатив. В МАІ зазвичай після проведення оцінювання визначають кардинальну узгодженість, коли у зазначеній вище матриці  $a_{rq} \times a_{qs} = a_{rs}$ , (у повній мірі досягнути якої практично не можливо навіть якщо у шкалі використовувати усі дійсні числа), для чого визначається головне (максимальне) власне значення  $\lambda_{max}$  зворотно-симетричної матриці і обчислюється так званий індекс узгодженості:  $IU = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$  [6]. Якщо відносна узгодженість (ВУ) як відношення  $IU$  до середнього випадкового індексу матриці того ж порядку перевищує 10-15%, рекомендується переглянути висловлювання експерта. Пріоритет (вагу) критеріїв  $P(i)$ ,  $i = 1, \dots, K$ , які відрізняються для різних задач, також можливо визначати шляхом їх парного порівняння експертами з наступним обчисленням нормованих значень, таких, що їх сума дорівнює 1.

В результаті для нашого прикладу для куща  $K1$  отримуємо ранжований перелік з 9 критеріїв, з яких для подальшого використання добираються перші 5, що отримали найбільші значення ваги. Більш того, якщо буде вважатися доцільним враховувати компетентність (нормовану вагу) експертів  $R(j)$ ,  $j = 1, \dots, M$ , це також можливо зробити шляхом парного порівняння анкет самооцінки, які складають про свої знання і досвід самі експерти. Використовуючи скалярну, згортку отримуємо узагальнену оцінку  $C_n$  для 1-го куща:

$$X_{n(1)} = \sum_{i=1}^N \left( \sum_{j=1}^M X_n(i, j) R(j) \right) P(i)$$

і аналогічно для 2-го куща.

Далі по кожному критерію кожного куща проводиться узагальнення отриманих оцінок шляхом скалярної згортки з урахуванням вагових коефіцієнтів критеріїв і, якщо потрібно, вагових коефіцієнтів експертів, та їх нормування, після чого здійснюється

композиція критеріїв за методом вкладених скалярних згорток. Згортка узагальнених оцінок по кожному кущу з урахуванням ваги критеріїв першого рівня буде мати вигляд:

$$X_n = \sum_{j=1}^M (X_{n(1)} P_{n(1)} + X_{n(2)} P_{n(2)}) R(j),$$

де  $P_{n(1)}$  і  $P_{n(2)}$  – відповідно вага критеріїв 2-го рівня (відповідність завданню і можливість впровадження).

При застосуванні МАІ кількість розрахункових таблиць, що залежить від кількості альтернатив, характеристик та експертів, зазвичай, виявляється достатньо значною, особливо з урахуванням повторних обчислень у разі значної кардинальної неузгодженості. Тому у даній роботі замість кардинальної пропонується розглядати транзитивну узгодженість на рівні загальної переваги суджень експертів, яка зазвичай у класичному МАІ не перевіряється і може порушуватися навіть при малих значеннях ІУ.

Позначимо  $A \succ B$ , якщо альтернатива  $A$  має загальну перевагу (порівняльну оцінку більше 1) над альтернативою  $B$ , і  $A \sim B$ , якщо вони рівні між собою за цією шкалою (обидві мають оцінку 1).

При застосуванні парних порівнянь можуть виникати ситуації, коли експерт стосовно певного критерію оцінив альтернативи  $(A \succ B) \& (B \succ C)$  і в той же час  $C \succ A$ , тобто порушується транзитивна узгодженість, яка вимагає, що якщо  $(A \succ B) \& (B \succ C)$ , тоді обов'язково  $A \succ C$ . Для забезпечення транзитивної узгодженості пропонується створення інтерфейсу експерта, який синхронно з заповненням порівняльних таблиць візуалізує у вигляді орієнтованого графу процес цього заповнення з контролем забезпечення транзитивності.

Вершинам вказаного графа будуть відповідати  $C_n$ , а ребро зі стрілкою – дуга  $(C_r, C_q)$  буде йти з вершини  $C_r$  до вершини  $C_q$ , якщо  $C_r \succ C_q$ . Оскільки здійснюється попарне порівняння усіх відібраних носіїв спроможностей, то наприкінці процедури заповнення таблиці усі вершини будуть з'єднані дугами, причому замість двох вершин  $C_r$  і  $C_q$  таких, що  $C_r \sim C_q$ , буде одна вершина з об'єднаним іменем  $C_r/C_q$ .

Отриманий граф буде повним орієнтованим графом, який в теорії графів йменується турніром [15].

Послідовне заповнення таблиці і одночасна побудова такого графу здійснюється наступним чином. У запропонованій таблиці по певному критерію експерт порівнює будь-яку пару носіїв спроможностей за шкалою Т. Сааті, на підставі чого проставляється вже кількісна оцінка у відповідну клітинку таблиці.

Автоматично проставляється зворотне значення кількісної оцінки у симетричну відносно головної діагоналі клітинку таблиці і зображуються дві вершини графа з іменами цих носіїв спроможностей, наприклад,  $C_r$  і  $C_q$  та дугою від  $C_r$ , якщо вона має перевагу, до  $C_q$  (якщо оцінки рівні, тобто по 1, зображується одна вершина з об'єднаним іменем  $C_r/C_q$ ). Другий крок аналогічний. Далі після кожного кроку виконується так зване транзитивне замкнення графу [16], а саме – перевіряється, якщо є дуга  $(C_r, C_q)$  і є дуга  $(C_q, C_s)$ , тоді додається дуга  $(C_r, C_s)$ , тобто замикаються усі такі трикутники (рис. 3.6).

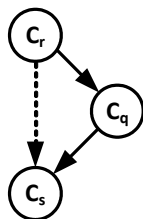


Рис. 3.6.  
Ілюстрація  
процесу  
транзитивного  
замкнення  
графу

Цю операцію можливо виконати, наприклад, за допомогою нескладного алгоритму Флойда-Уоршолла, згідно з яким здійснюється низка диз'юнкцій над рядками матриці суміжності орієнтованого графу [17]. Одночасно в таблиці клітинка, яка стоїть у верхній частині таблиці на перехресті  $C_q$  і  $C_s$ , зафарбовується у якийсь колір, що вказує експерту на необхідність внести до клітинки оцінку більшою 1, інакше буде отримане повідомлення, що порушується транзитивність відношень. Коли з'являється вершина з об'єднаною назвою двох або більше вершин автоматично відслідковується, щоб відповідні рядки у таблиці парних порівнянь мали однакові значення.

У разі необхідності експерт може переглянути деякі з його попередніх суджень, щоб зберегти транзитивність. В результаті з урахування зазначеного ототожнення вершин отримаємо ациклічний турнір, який також називається транзитивним турніром. Варіант оцінювання, який задовольняє умовам транзитивності обов'язково є,

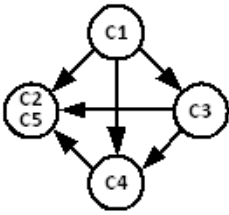


Рис. 3.7.  
Транзитивний  
турнір для  
прикладу табл. 3.5

що витікає з можливості строгого лінійного упорядкування у транзитивному турнірі вершин у порядку досяжності, оскільки всі його вершини мають різні вхідні та вихідні ступені дуг. Кінцевий транзитивний турнір, який відповідає, наприклад, табл. 3.4, наведений на рис. 3.7.

Візуалізація на графі допомагає експерту і для досягнення більшої кардинальної узгодженості. Для цього дуги графу можливо навантажувати оцінками експерта у кількісному вигляді. Якщо підграф, приміром, для трьох носіїв спроможностей після транзитивного замкнення буде виглядати як зображено на рис. 3.8а, тоді програма з метою покращення кардинальної узгодженості запропонує експерту скорегувати свою думку, наприклад, таким чином, як наведено на рис. 3.7б. Така можливість наближає програмну реалізацію інтегрованого методу до рівня експертної системи. Виходячи з викладеного можна зазначити, що використання МАІ для підтримки прийняття рішення щодо вибору спроможностей дозволяє застосувати одну й ту ж саму технологію роботи експертів на різних етапах цього процесу: для визначення пріоритету (ваги) критеріїв, компетентності (ваги) експертів і власне оцінювання носіїв спроможностей.

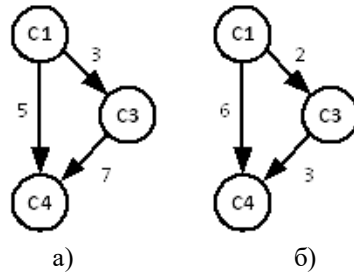


Рис. 3.8. Ілюстрація досягнення більшої кардинальної узгодженості

Відповідний фрагмент інтерфейсу програмної реалізації алгоритму наведено на рис. 3.9.



Оцінювальна спроможність за критерієм "Оперативність" (1.1.1)

**Перелік відношень**

- набавало кращій/набавало вкщувашій/має абсолоуту перевагу (9)
- значно кращій/значно вкщувашій/має значну перевагу (7)
- кращій/вкщувашій/має перевагу (5)
- трохи кращій/трохи вкщувашій/має незначну перевагу (3)
- рівна - середня (1)
  - відносна відношення

**Таблиця відношень**

|          | C1   | C2  | C3   | C4   | C5  | Серед геом | Норм знач |
|----------|------|-----|------|------|-----|------------|-----------|
| C1       | 1    | 0.9 | 0.3  | 0.7  | 0.9 | 4.42732    | 0.54189   |
| C2       | 0.19 | 1   | 0.17 | 0.13 | 0.1 | 0.35052    | 0.0429    |
| C3       | 0.13 | 0.7 | 1    | 0.5  | 0.5 | 2.25519    | 0.27603   |
| C4       | 0.17 | 0.3 | 0.15 | 1    | 0.3 | 0.76214    | 0.09328   |
| C5       | 0.19 | 0.1 | 0.15 | 0.13 | 1   | 0.37492    | 0.04589   |
| $\Sigma$ |      |     |      |      |     | 8.17009    | 1         |

lambda\_max = 5.19852 - lambda\_max - головне (максимальне) власне значення матриці

PI = 0.04666 - индекс узгодженості = (lambda\_max - n) / (n \* 1). Якщо відношення PI до середнього відповідного індексу матриці того ж порядку перевищує 10-20% - то рекомендується переглянути судження по оцінці

BU = 4.43% - Якщо BU менше 10-15%, то вважається, що судження несплошно узгоджені

**Граф відношень**

Граф відношень представляє матрицю порівнянь між критеріями C1, C2, C3, C4, C5. Вузлами є самі критерії, а ребрами - зв'язки між ними, що відповідають елементам матриці порівнянь.

Рис. 3.9. Фрагмент інтерфейсу програмної реалізації алгоритму

Запропонований алгоритм суттєво спрощує експертну діяльність за рахунок візуалізації процесу оцінювання носіїв спроможностей, підтримує транзитивну узгодженість суджень експертів і сприяє підвищенню кардинальної узгодженості, усуває залежність від одиниць виміру.

Алгоритм може бути використаний як альтернативний або додатковий при оцінюванні носіїв спроможностей за методами, які викладені у Рекомендаціях [4], зокрема методу Делфі.

Останній має низку недоліків, серед яких значна інтелектуальна та організаційно-технічна навантаженість на організаторів проведення опитування, багато ітерацій в роботі експертів та зазвичай значний час опрацювання опитувальних анкет, умова анонімності експертів. В той же час, запропонований підхід використовує здатність будь-якої людини порівнювати, при цьому не тільки вказувати на об'єкт, якому надається перевага, але й оцінити ступінь переваги, що забезпечує оперативність, універсальність та простоту технічної реалізації процедури підтримки прийняття рішень.

### **3.5. Технології аналізу даних в оборонному плануванні на основі спроможностей**

Для прийняття раціонального рішення щодо вибору спроможностей пропонується багатокритеріальний аналіз, заснований передусім на основі експертних методів. Проте, формування будь яких експертних оцінок для розв'язання таких складних багатofакторних задач, як розглядається, неможливе без моделювання і аналізу даних. Щоб пристосуватись до цієї нової реальності структури бойового, технічного та тилового забезпечення мають володіти певними технологіями обробки даних. У сучасних умовах поява нових технологій і нових підходів, таких як комп'ютерні онтології (Ontology), інтелектуальний аналіз даних (Data Mining), потокові дані (Stream Data), машинне навчання (Machine Learning), Інтернет Речей (IoT), Великі дані (BigData) демонструє їх певну гнучкість і сприяє

поширенню основних технологічних блоків інфраструктури управління даними.

Таким чином, процес планування цілком залежить від наявності баз даних та технологій опрацювання даних. Але при цьому виникають деякі складності. Для кожного окремого завдання, яке вирішується, мають бути різні спеціалізовані бази даних. При цьому кожна з цих БД має діяти у власному оточенні. Неминуче зростає й час ізоляції БД, потрібний для об'єднання на верхніх рівнях даних з цих різних оточень. В нових умовах потрібні нові платформи, які могли б консолідовано підтримувати кожне завдання, яке потрібно вирішувати та забезпечувати ефективне використання накопичених даних.

Нова модель передбачає можливість вводити нові дані дуже швидко та мати повну гаму сучасних технологій, щоб забезпечити експоненціальний приріст ефективності прийняття рішень. Тут акцент для прискорення робиться не лише на вдосконаленні існуючих процесів, але й на нових шляхах пошуку сенсу «людей, речей і структур». Ці можливості забезпечує інтелектуальний аналіз даних. Вважається, що дані, зібрані разом і проаналізовані за допомогою відповідних алгоритмів, дозволяють отримати якісно нове розуміння того, що містять ці дані. Це кінець кінцем має дозволити й відповідати на питання, які раніше не мали відповідей. Перехід кількості накопичених даних до якості вирішення завдань, що стоять перед нами, називають зараз феноменом «видобування даних», «добування знань», «пошук закономірностей».

Для прийняття рішень щодо визначення спроможностей та вибору їх носіїв органами військового управління стратегічного рівня необхідний оперативно-аналітичний аналіз, при якому здійснюється групування і узагальнення даних в будь-якому вигляді, необхідному аналітику, та врахування багатовимірності даних в сховищах даних. Цей аналіз базується на використанні концепції багатовимірного аналізу даних OLAP (On - Line Analytical Processing) та відповідних сховищ даних. З урахуванням наведеної у Рекомендаціях циклічної періодичності комплексного огляду сектору безпеки і оборони та деталізації кожної з функціональних груп спроможностей в ході аналізу накопичення даних роками, які мають десь зберігатися, потребують

створення надвеликі бази даних (Very Large Database, VLDB) та технології аналізу такого роду даних, які класифікуються як Extremely Big Data.

Як визначальні характеристики для «великих даних» відзначають «п'ять V» — *volume* (об'єм), *velocity* (швидкість), *variety* (різноманіття), *value* (значення), *veracity* (достовірність), а саме:

- об'єм – в сенсі величини фізичного об'єму;
- швидкість – в значеннях як швидкості приросту даних, так і необхідності високошвидкісної обробки і здобуття результатів;
- різноманіття – в сенсі необхідності одночасної обробки різних типів структурованих і неструктурованих даних у розподіленому середовищі;
- значення – в сенсі цінності інформації для проведення аналізу;
- достовірність – в сенсі актуальності і надійності даних щодо їх коректності стосовно питань, що розглядаються.

Перші три слід вважати основними (вони й були запропоновані ще на початку 2000 років компанією SAS), інші дві – додатковими.

Наведені характеристики, вочевидь, є актуальними й для інформаційного простору сфери оборонного планування.

Філософію великих даних важко описати існуючими поняттями. Для того, щоб в цілому окреслити зміни, що відбуваються, доцільно скористатися концепцією датифікації (*dataization*). Йдеться про перетворенні у формат даних всього, що є в оборонній галузі, включаючи те, що ніколи не розглядалось як інформація (наприклад, місце розташування військової техніки, вібрації двигуна або навантаження на міст). Це відкриває нові можливості, зокрема у сфері прогнозного аналізу.

Щоб ефективно використовувати «великі дані», необхідно подолати низку проблем, пов'язаних з цією технологією, які стосуються збору і зберігання великої кількості даних (*Big Data Storeg Data*), їх неструктурованість (*Big Data Technology*) і вибору засобів аналізу (*Big Data Solutions*) (рис. 3.10).

Що стосується зберігання і управління великими даними необхідно зазначити, що дані в Big Data зазвичай зберігаються і організовуються в розподілених файлових системах. Інформація

зберігається на декількох (інколи тисячах) жорстких дисках, на стандартних комп'ютерах. Так звана «карта» (map) відстежує, де (на якому комп'ютері і диску) зберігається конкретна частина інформації. Для забезпечення відмово-стійкості і надійності кожену частину інформації зазвичай зберігають кілька разів. Управління такою розподіленою файловою системою порівняно легко можна реалізувати за допомогою стандартного обладнання і відкритого ПЗ (наприклад, Hadoop).

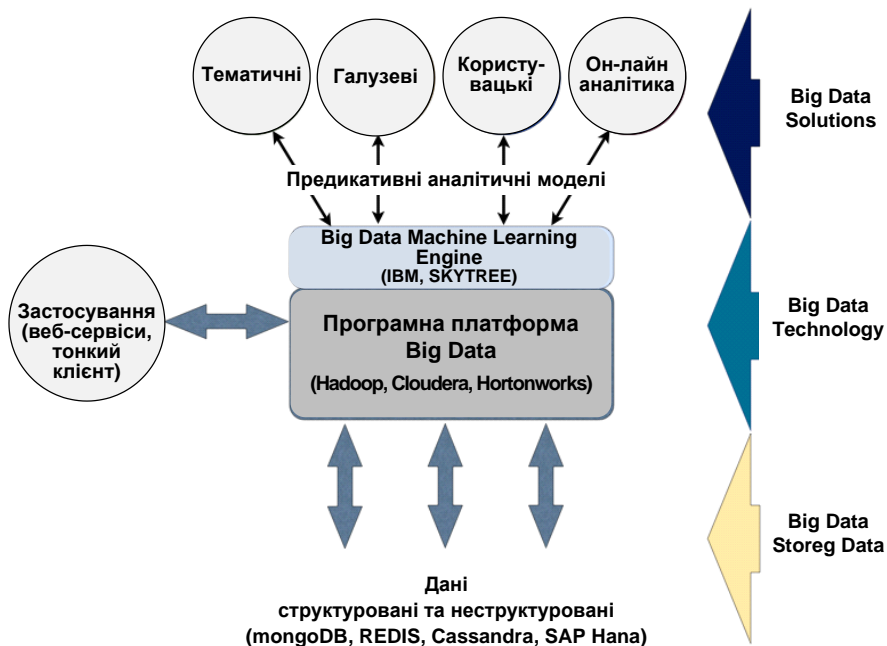


Рис. 3.10. Технології Big Data

Велика частина зібраної інформації в розподіленій файлової системі складається з неструктурованих даних, таких як текст, зображення, фотографії або відео. Необхідно, щоб методи і процедури опрацювання такої інформації для аналітики, а також для автоматизації процесу підтримки прийняття рішень були розроблені поряд з системами зберігання даних, щоб гарантувати, що такі системи є корисними і ефективними.

Значною проблемою є забезпечення аналізу даних у Big Data. Крім названої проблеми неструктурованих та різноформатних даних, вони також можуть надходити у реальному часі. Інша проблема є більш істотною – при проведенні аналізу сотні терабайт або петабайт даних не вдається можливим витягувати в яке-небудь одне місце для аналізу, адже процес перенесення даних по каналах на окремий сервер (або сервера для паралельної обробки) займе чимало часу і вимагатиме значного трафіку. Замість цього аналітичні обчислення мають бути виконані фізично близько до місця, де зберігаються дані.

Для подібних розподілених обчислень використовується відомий алгоритм MapReduce, принцип роботи якого полягає в наступному: відбувається розподіл вхідних даних на робочі вузли (*individual nodes*) розподіленої файлової системи (*Distributed File System*) для попередньої обробки (*map*-крок) і, потім, згортка (об'єднання) вже заздалегідь оброблених даних (*reduce*-крок).

В Інтернеті доступна величезна кількість інформації про те, яким чином можна виконувати різні обчислення за допомогою моделі MapReduce, у тому числі й для прогностичної аналітики. Однією з найвідоміших систем, що використовують даний підхід, є Hadoop.

Існують реалізації MapReduce для різних алгоритмів Data Mining та прогностичної аналітики, що відповідають масштабній паралельній обробці даних в розподіленій файлової системі. Нарешті, для складання звітів в стилі Business Intelligence існує безліч продуктів з відкритим кодом, що дозволяють обчислювати різні математичні показники за допомогою MapReduce. Отримати точні підрахунки й інші прості статистики в цих додатках достатньо легко.

Процедури оцінювання, що здійснюються шляхом порівняння необхідних спроможностей для виконання завдань за кожним імовірним сценарієм розвитку кризових ситуацій та наявних спроможностей сил і засобів, які проводяться органами військового управління на усіх рівнях – від стратегічного до тактичного, мають підтримуватись методами штучного інтелекту (ШІ), до яких зокрема відноситься машинне навчання. Одним з найбільш популярних прикладів алгоритму машинного навчання є штучні нейронні мережі (ШНМ), що добре себе зарекомендували при розв'язанні задач

кластеризації (наприклад, комбінування при формуванні варіантів складу Збройних Сил), а також прогнозування.

Серед інших методів мають знайти застосування еволюційне програмування (у т.ч. генетичні алгоритми (задачі оптимізації); асоціативний пошук (пошук аналогів, прототипів); нечітка логіка; дерева рішень, тощо.

Для забезпечення розв'язання задач в Big Data зручним є розгортання деякої потужної платформи, що забезпечує інтеграцію існуючих продуктів і керування ними. Така корпоративна платформа має підтримувати використання стандартних інтерфейсів для сценаріїв і даних з метою інтеграції з різними інструментами (у тому числі і з open-source додатками, яких зараз напрацьовано величезну кількість), а також базуючись на хмарних технологіях та технологіях «Інтернету речей» (IoT) (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Використання платформи інтеграції для розв'язання аналітичних задач

Крім того, базова платформа має надавати можливість налаштування під конкретного користувача визначених аналітичних підходів, заснованих на даних в розподілених файлових системах, а також підтримувати нестандартні інтерфейси і інструменти.

Всі найбільші постачальники баз даних і ВІ-інструментів (Microsoft, Oracle, Teradata та інші) вже надають інтерфейси і інструменти для доступу і обробки «великих даних». На підході нові інструменти – і не лише статистичні, а й когнітивні семантичні технології і штучний інтелект. Наприклад, платформа і продукти Big Data від компанії SAP показані на рис. 3.12.



Рис. 3.12. Платформа і продукти Big Data від компанії SAP

Водночас необхідно зазначити, що на ринку програмної продукції доступний ряд інтегрованих продуктів різних брендів – "бандлів", заснованих, у тому числі, на таких технологіях і продуктах, як SAP HANA, SAP BusinessObjects і SAP Mobile та геоінформаційної системи ArcGIS компанії Esri, які надають абсолютно нові можливості для підтримки бізнес-процесів і прийняття рішень.

Засоби геоінформаційної системи суттєво збільшують ефект аналізу даних. Задача, яку вирішує ГІС у складі оборонної аналітичної системи – це інтерактивна візуалізація на електронній карті місць розташування військової частини (угруповання), наприклад, яка потребує певного ОБТ та/або МЗ, а також найближчих ВЧ-складів/арсеналів та інших ВЧ, у яких є в наявності потрібні ресурси для можливого їх постачання або перерозподілу. Система забезпечує



передачу необхідної інформації (координати ВЧ та ВЧ-складів/арсеналів, коди ресурсів, яких не вистачає у ВЧ-отримувача, та їх наявність у ВЧ-постачальників) з SAP в ArcGIS. Приклад візуалізації результатів такого процесу за допомогою ArcGIS наведено на рис 3.13.

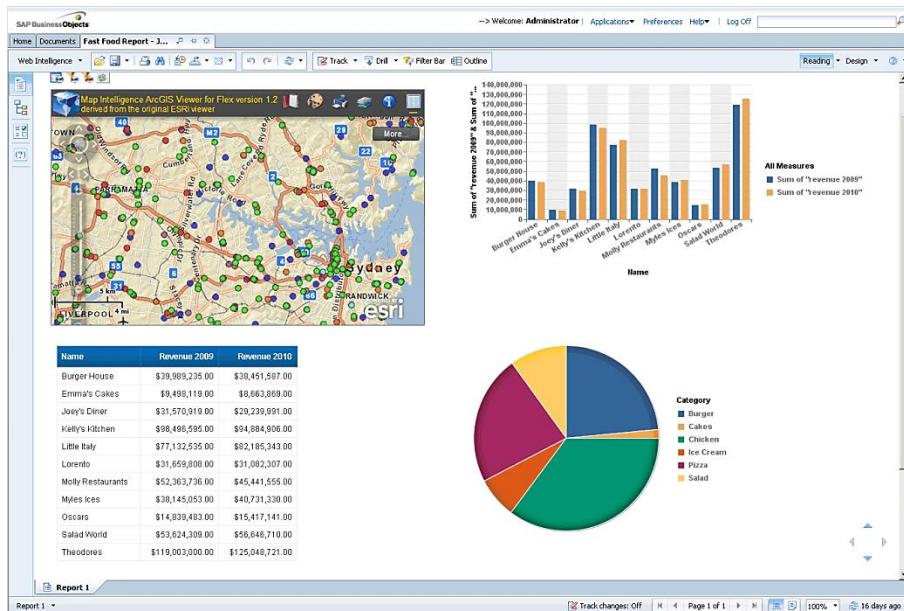


Рис. 3.13. Візуалізація маршрутів постачання за допомогою ArcGIS та SAP BusinessObjects

З використанням функціональних можливостей ArcGIS, зокрема багатoshарового відображення даних, на карті спочатку позначається ВЧ-отримувач з найменуванням та кількістю ресурсу, якого не вистачає, зображується коло, центром якого є ця ВЧ, яке послідовно розширюється до тих пір, поки в полігоні кола не з'являться потенційні ВЧ-постачальники, в яких є необхідні ресурси в кількості, достатній для задоволення потреб ВЧ-отримувача. Після цього «піднімаються» маршрути можливого постачання з урахуванням, в разі наявності відповідної інформації, про стан дорожньої інфраструктури або інші чинники, які впливають на можливість їх використання.

## Висновки

Інтеграція методу аналізу ієрархій з онтологічними моделями та елементами теорії графів дозволяє суттєво підвищити ефективність прийняття рішень у задачах багатокритеріального вибору. При цьому обґрунтованість і об'єктивність рішення значною мірою обумовлюється коректністю і адекватністю онтологічної моделі предметної області, автоматичною підтримкою транзитивної узгодженості експертних суджень та візуалізацією процесу порівняння властивостей альтернатив на основі орієнтовних графів, що забезпечує дружній інтерфейс, зменшує суб'єктивізм.

Використання методу, що інтегрує засоби структурування даних щодо предметної області на основі онтологій, методу аналізу ієрархій та інструментарію орієнтованих графів для підтримки прийняття рішення щодо розвитку спроможностей дозволяє застосувати одну й ту ж саму технологію роботи експертів на різних етапах цього процесу.

Запропонований підхід фактично репрезентує один з інноваційних інструментів досягнення стратегічних цілей і виконання основних завдань оборонної реформи в країні, що є актуальним в сучасних умовах. Позитивний ефект від використання потенціалу цього підходу в практиці оборонного планування може бути пов'язаним також з розширенням онтологічної моделі на військові завдання (за класами стратегічне розгортання, операції, бойові дії, бої, удари), можливих сценаріїв загроз та їх ймовірних негативних наслідків та інших складових планування сил.

Універсальність підходу створює підґрунтя для його застосування в різних галузях діяльності, особливо в силових відомствах.

Нарешті, для забезпечення розв'язання задач в оборонному плануванні доцільним є використання технологій Big Data з розгортанням деякої потужної платформи, що забезпечує інтеграцію існуючих продуктів і керування ними.

## Список використаних джерел до розділу 3

1. Устименко О. В., Білик В. І. Планування розвитку спроможностей сил оборони України щодо протидії загрозам у ході гібридної війни. Вісник НАДУ при Президентові України (Серія “Державне управління”). 2018. №2. С. 48-52.

2. Романюк І.М. Ретроспектива розвитку системи стратегічного (оборонного) планування в Збройних силах України. Збірник наукових праць ВІПІ. 2018. №1. С. 100-107.

3. Іващенко А.М., Павліковський А.К., Сівоха І.М. Концепція оборонного планування на основі розвитку спроможностей: проблеми впровадження. Збірник наукових праць Центру військово-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. 2017. №1(59). С. 53-58.

4. Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України. Затверджено Міністром оборони України від 12.06.2017 р. Київ: МОУ, 2017. 49 с. URL: [http://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson\\_CBP\\_120617.pdf](http://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson_CBP_120617.pdf).

5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Пер. с англ. Москва, Радио и связь, 1993. 278 с.

6. Саати Т. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений. Электронный журнал Cloud of Science. 2015. Т. 2. № 1. С. 5-39.

7. Воронін А.М., Зіатдінов Ю.К., Климова А.С. Інформаційні системи прийняття рішень. Київ, «НАУ-друк», 2009. 136 с.

8. Нестеренко О.В., Савенков О.І., Фаловський О.О. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. Навч. посіб. [За ред. Бідюка П.І.]. Київ, Національна академія управління, 2016. 188 с.

9. Guarino N. Formal Ontology and Information Systems. In N. Guarino (ed.) Formal Ontology and Information Systems. Proceedings of FOIS'98. Trento, Italy. 1998. 6–8 June. IOS Press, Amsterdam. Pp. 3–15.

10. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2001. – 384 с.

11. Палагин А.В., Петренко Н.Г. К вопросу системно-онтологической интеграции знаний предметной области. Математические машины и системы. 2007. № 3,4. С. 63–75.

12. Литвин В.В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Львів: Видавництво Львівської політехніки. 2011. 240 с.

13. Палагин А.В., Величко В.Ю., Петренко Н.Г., Малахов К.С. К вопросу разработки онтолого-управляемой архитектуры интеллектуальной программной системы. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, Луганськ. № 13 (167). 2011. С. 1-6.

14. Сенченко В. Р., Бойченко О. А., Бойченко А. В. Дослідження методів і технологій інтеграції онтологічної моделі з реляційними даними. Реєстрація, зберігання і обробка даних. 2018. Т. 20. № 3. С. 91-101.

15. Харари Ф. Теория графов / Пер. с англ. Москва, «Мир», 1973. 302 с.

16. Оре О. Теория графов / Пер. с англ. Москва, «Наука», 1980. 336 с.

17. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы. Построение и анализ / Пер. с англ. 2-е изд. Москва–Санкт-Петербург–Киев, Издательский дом «Вильямс», 2013. 1296 с.



## РОЗДІЛ 4.

### ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Згідно з [1] до каталогу спроможностей Збройних Сил України передбачається вносити такі основні типи носіїв спроможностей: військові організаційні структури, органи управління, окремі засоби і системи. До останнього типу носіїв спроможностей віднесені системи автоматизованого управління військами (силами), обміну даними розвідки та обстановки, оповіщення, менеджменту оборонних ресурсів, захисту інформації тощо, що включають відповідне обладнання та програмне забезпечення. В стандартній термінології цей тип носіїв спроможностей більш коректне називати «інформаційні (або інформаційно-комунікаційні) системи».

Спроможність в [1] визначена як здатність структурної одиниці (елементу) Збройних Сил (сил оборони) або сукупності сил і засобів виконувати певні завдання (забезпечувати реалізацію визначених військових цілей) за певних умов обстановки, ресурсного забезпечення та відповідно до встановлених стандартів.

Для подальшого розгляду підходів до оцінювання (визначення) спроможностей ІС важливе також визначення ефекту, під яким в [1] розуміється зміна умов, способів дій та ступеня свободи дій противника чи своїх військ, або ступінь впливу створених (досягнутих) спроможностей (властивостей) на здатність структурної одиниці сил оборони, яка є носієм спроможностей, виконати поставлені завдання.

Із цих визначень можна зробити наступний висновок: у зв'язку з неможливістю інформаційних систем безпосередньо змінювати

умови, способи дій та ступені свободи дій противника їх спроможності доцільно визначати через вплив на здатність перших трьох типів носіїв спроможностей виконувати поставлені завдання. Іншими словами спроможність ІС пропонується визначати через вплив на розвиток спроможностей військових організаційних структур, органів управління та окремих засобів.

В залежності від функціонального призначення ІС ефект (вплив) на спроможність інших носіїв спроможностей як об'єктів інформатизації в термінах багатокритеріального аналізу визначається наступними властивостями:

- обсяг інформації;
- достовірність даних;
- точність даних;
- актуальність даних;
- своєчасність інформації;
- захищеність інформації;
- ергономічність сприйняття інформації;
- швидкість оброблення даних;
- обґрунтованість та якість рішень (за рахунок моделювання варіантів рішень);
- час на прийняття рішень;
- інше.

Різні класи (типи) ІС характеризуються різними властивостями. Ці властивості ІС обумовлюються, у першу чергу, її програмним забезпеченням (ПЗ), яке складається із загального і спеціального ПЗ.

Загальне ПЗ в термінах сервісно-орієнтованої архітектури згідно з [2] забезпечує реалізацію інфраструктурних сервісів (інфраструктурні сервіси системного захисту, інфраструктурні сервіси системного керування, інфраструктурні обчислювальні сервіси, інфраструктурні сервіси зберігання даних, інфраструктурні мережеві сервіси) та інформаційних сервісів забезпечення базових робочих процесів (сервіси захисту базових робочих процесів, сервіси підтримки базових робочих процесів, сервіси колективної роботи та уніфікованої взаємодії, ПС-сервіси, сервіси управління інформацією).

Головною класифікаційною ознакою спеціального ПЗ є його функціональність. Виходячи з визначення інформаційної системи управління оборонними ресурсами (DRMIS – Defence Resources Management Information System) її функціональність повинна складатись з:

- управління особовим складом;
- управління організаційною структурою;
- управління оборонним плануванням;
- управління матеріально-технічним забезпеченням;
- управління медичним забезпеченням;
- управління закупівлями;
- управління майном;
- управління фінансами та бюджетом;
- управління адміністративною діяльністю.

Розвиток спроможностей ІС, які знаходяться в експлуатації, можливий шляхом їх модернізації. При цьому існує декілька варіантів, які відрізняються глибиною модернізації, застосуванням різних технологій. Ще більше варіантів розглядається при створенні нових ІС. Відмінності в цих варіантах обумовлюються різними архітектурними рішеннями, можливістю впровадження різних стандартних (готових до застосування) індустріальних програмних продуктів, використанням різних технологій програмування, тощо.

Тому, застосовуючи багатокритеріальний аналіз при створенні чи модернізації ІС, для оцінювання варіантів проектних рішень необхідно формувати вектор властивостей, характерних для даного класу інформаційної системи та способу її створення. При цьому декомпозицію властивостей (характеристик) бажано виконувати до рівнів, на яких властивості можна визначати у кількісній формі.

Базовий варіант вектору характеристик для вибору стандартного ПЗ класу ERP як функціональної та інтеграційної платформи DRMIS наведено в розділі 5, пункт 5.3.1.

Оцінювання альтернативних варіантів стандартного ПЗ класу ERP як основи для створення DRMIS може бути виконано із застосуванням методу аналізу ієрархій Т. Сааті із запропонованим алгоритмом його реалізації, який унеможливує порушення аксіоми

транзитивності, та побудовою онтологічної моделі даних для формування векторів характеристик носіїв спроможностей (детальний розгляд наведено у розділі 3).

При виборі способу реалізації ПЗ ІС – застосування стандартного (індустріального) чи розроблення унікального – вектор характеристик доцільно формувати в термінах SWOT-аналізу, а саме: Strength (переваги), Weaknesses (Слабкі сторони), Opportunities (Можливості), Threats (Загрози). Цей випадок належить до виду задач прийняття рішень коли множина альтернатив визначена, а принцип (правило) вибору не може бути формалізований, вибір залежить від переваг експерта. У розділі 5.2 наведено бачення SWOT-аналізу обох альтернатив, що може бути використано експертами при їх оцінюванні.

Якщо перевага надана альтернативі «впровадження стандартного ПЗ», для вибору конкретного продукту може бути використаний вектор характеристик, наведений вище.

Якщо перевага надана альтернативі «розроблення унікального ПЗ», вектор характеристик для вибору компаній розробника ПЗ доцільно формувати в термінах моделі технологічної зрілості софтверної організації (CMM-SW – Capability Maturity Model for Software).

## **Список використаних джерел до розділу 4**

1. Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України. Київ, 2017. URL: [http://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson\\_CBP\\_120617.pdf](http://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson_CBP_120617.pdf) (дата звернення: 19.08.2019).

2. C3 Taxonomy Baseline 2.0.





## **РОЗДІЛ 5.**

# **ІНДУСТРІАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ DRMIS**

### **Вступ**

Загальний тренд в інженерії інформаційних систем, зокрема, в інженерії програмного забезпечення – це перехід до процесного управління протягом усього їх життєвого циклу. ІТ-компанії, які створюють такі системи в цивільній сфері, гармонізували свої корпоративні стандарти з міжнародними стандартами та методиками профільних асоціацій. В НАТО також розроблено ряд документів, в основу яких покладені процесні підходи до управління життєвим циклом інформаційних систем, що доповнені положеннями, які враховують специфіку оборонних проєктів, у першу чергу їх міжнародний характер. Принциповим у підходах НАТО до побудови ІС є орієнтація проєктів на ліквідацію дефіциту спроможностей збройних сил засобами інформаційних технологій.

У Міністерстві оборони України також розпочаті роботи з упровадження процесного підходу до управління ЖЦ ІС, які ґрунтуються на використанні чинних державних “процесних” стандартів, введених в дію методом перекладу відповідних стандартів ISO/IEC, та методичних матеріалах НАТО. Нижче наведений їх короткий опис.

## **5.1 Таксономія стандартів з управління життєвим циклом інформаційних систем**

Центральне місце в системі стандартів з управління життєвим циклом інформаційних систем займає ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016 (ISO/IEC/IEEE 15288:2015, IDT) «Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем».

Мета цього стандарту — визначення набору процесів для сприяння взаємодії між набувачами, постачальниками та іншими зацікавленими сторонами в життєвому циклі системи.

Цей стандарт використовують організації, які виступають у ролі як набувачів, так і постачальників.

Його може використовувати одна організація для власних потреб чи під час укладання угод.

Процеси з цього стандарту можуть бути використані як основа для створення бізнес-середовища, яке складається, наприклад, із методів, процедур, технік, інструментів та навченого персоналу.

Цей стандарт поширюється на весь життєвий цикл систем, зокрема на етапи концепції, розроблення, розвитку, використання, підтримання та списання, а також на придбання та постачання систем, що здійснюються всередині або зовні організації. Процеси життєвого циклу цього стандарту може бути застосовано одночасно, ітераційне та рекурсивне до системи й поступово до її елементів.

Є велика різноманітність систем залежно від їхньої мети, сфери застосування, складності, розміру, новизни, пристосовності, кількості, місця, тривалості життя й еволюції. Цей стандарт описує процеси, що складають життєвий цикл створених людьми систем. Тому його застосовують до унікальних систем, серійних систем і систем, придатних до налаштування чи/та адаптації. Його також застосовують до автономних систем, убудованих систем і систем, інтегрованих у більші та складніші системи. Цей стандарт встановлює еталонну модель процесів, яка характеризує цілі та результати процесу, які є наслідком успішного виконання завдань.

У ДСТУ ISO/IEC 12207:2018 (ISO/IEC 12207:2017, IDT) «Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення» встановлено загальну структуру процесів життєвого циклу програмного забезпечення із чітко визначеною термінологією, на яку можна посилалися в галузі програмного забезпечення. Він охоплює процеси, діяльності й завдання, які потрібно застосовувати під час придбання програмного продукту чи послуги, а також під час постачання, розробки, експлуатації, супроводу та припинення використання програмних продуктів. Поняття програмне забезпечення охоплює вбудовані програмно-апаратні засоби.

Цей стандарт гармонізований з ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016. У ньому розглянуті аспекти визначення системи, необхідні для надання контексту програмним продуктам і послугам.

У цьому стандарті також описано процес, який можна використовувати для визначення, контролю та вдосконалення процесів життєвого циклу програмного забезпечення.

Процеси, діяльності й завдання цього стандарту — самостійно або в поєднанні з ISO/IEC 15288 — можна також застосовувати під час придбання системи, що містить програмне забезпечення.

Метою стандарту ISO/IEC/IEEE 15289 «Systems and software engineering – Content of life-cycle information items (documentation)» є надання вимог щодо ідентифікації та планування конкретних інформаційних елементів (інформаційних продуктів), які будуть розроблені під час системних та програмних життєвих циклів та сервісних процесів. Зміст інформаційного елемента визначається відповідно до типових типів документів та конкретної мети документа. Інформаційні елементи об'єднуються або поділяються, якщо це необхідно для проектних або організаційних цілей.

Цей документ базується на процесах життєвого циклу, зазначених у стандартах ISO/IEC 12207: 2008 (IEEE Std 12207-2008) «Процеси життєвого циклу програмного забезпечення», ISO/IEC/IEEE 15288: 2015 «Процеси життєвого циклу систем», та процеси управління послугами, зазначені в стандартах ISO/IEC 20000-1:2011 (IEEE Std 20000-1: 2013) «Частина 1: Системні вимоги до системи

управління» та ISO/IEC 20000-2: 2012 (IEEE Std 20000-2: 2013) «Частина 2: Керівництво щодо застосування систем керування послугами».

Наведені стандарти покладені в основу структури документів НАТО щодо управління життєвим циклом систем (рис. 5.1).

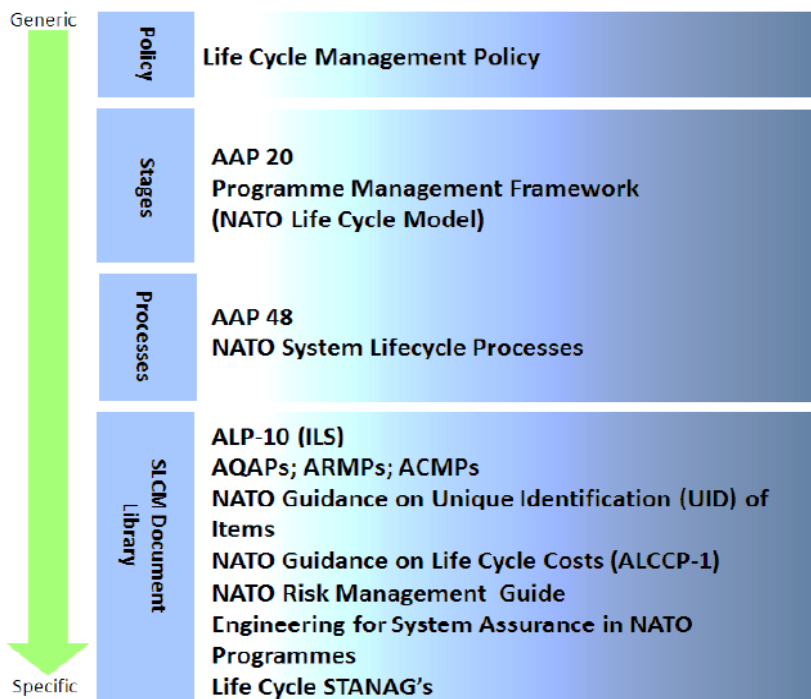


Рис. 5.1. Ієрархія документів НАТО, які стосуються управління життєвим циклом систем

Нижче розглянуті базові поняття та основні положення документу AAP-20 NATO Programme Management Framework (NATO Life Cycle Model) (Рамкова модель управління програмами НАТО (Модель життєвого циклу НАТО)).

Для досягнення своїх оперативних цілей НАТО та країни-учасники розробляють стратегічні цілі, які реалізуються за допомогою

однієї або декількох спроможностей. Спроможності реалізуються за допомогою однієї або декількох програм, а програми реалізуються за допомогою одного або декількох проектів. Програма призначена для розробки системи, продукту або послуги.

AAP-20 – це загальний керівний документ, який забезпечує стандартизований підхід до управління програмами. Він забезпечує структурований підхід для опису етапів і прийняття рішень на цих етапах для всіх рівнів управління, що беруть участь у спільних програмах.

У цьому документі основна увага приділяється формулюванню вимог, заснованих на дефіцитах у спроможностях і управлінні програмою протягом усього життєвого циклу, швидкому отриманню і впровадженню технологій. У ньому наводяться ризики та спроможності для управління програмою, засновані на кращих практиках країн НАТО, і пояснюється роль національних органів влади та НАТО і міжнародного персоналу в процесі прийняття рішень.

AAP-20 передбачає тісну співпрацю між оперативними командуваннями, військовими планувальниками і керівниками програм.

Націям (державам) рекомендується використовувати цей стандарт у якості посібника, AAP-20 має підтримувати і доповнювати національні політики, а не замінити їх.

Ключовим поняттям в AAP-20 є поняття системи. На рис. 5.2 наведена концепція системи, яка застосовується в НАТО. Вона визначає її як систему інтересу (SOI — System of Interest) і всі забезпечуючі системи (активатори), пов'язані з SOI.

Система інтересу складається з підсистем, основних компонентів, компонентів (збірок) і деталей, призначених для досягнення певної мети. Їх істотні властивості виникають з відносин між елементами. Підсистеми, компоненти і частини можуть бути прямо або побічно залежні один від одного і / або бути пов'язані і / або взаємодіяти один з одним.

Забезпечуючі системи підтримують систему інтересу протягом її життєвого циклу, але вони не обов'язково безпосередньо впливають на

її функціонування під час роботи. Прикладами є тренажери, наземне обладнання, інструменти та запасні частини.

Під час виконання програми концепція ААР-20 розглядає систему як реалізацію рішення за допомогою апаратних засобів, програмного забезпечення або послуг з усіма необхідними елементами зрілості системи і до її виведення з експлуатації. Метою виконання завдання на різних етапах є досягнення і підтримка рівня зрілості системи.



Рис. 5.2. Концепція системи, яка застосовується в НАТО

Військова спроможність, що постачається або випускається, доступна, коли система досягла визначеної операційної зрілості. Концепція операційної зрілості складається з наступних взаємопов'язаних доменів зрілості:

- інфраструктурні (наприклад, будівлі, дороги, споруди аеропортів);

- організаційні (наприклад, персонал, структура, процеси, інформаційні технології);
- навчання (наприклад, посібник з експлуатації, інструкція, тренажер);
- підтримка (наприклад, технічне обслуговування);
- інші засоби відповідності, визначені власником системи.

Щоб досягти своєї оперативної зрілості, необхідно досягти і підтримувати зрілість кожного домену.

Важливим поняттям в управлінні ЖЦ ІС є етап (стадія) життєвого циклу. На рис. 5.3 наведені елементи етапу ЖЦ ІС, нижче наведений їх короткий опис.

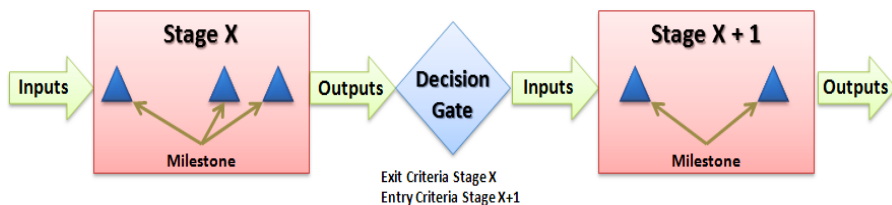


Рис. 5.3. Елементи етапу життєвого циклу інформаційної системи

Основними елементами кожного етапу є вхідні дані, результати та критерії входу/виходу.

Вхідні дані етапу – це продукти, які можуть бути використані на етапі подальшого розроблення системи.

Вихідні дані етапу – це продукти роботи, що генеруються в процесах як результат виконання етапу.

Етапи можуть бути виконані послідовно або перекриватися.

Виконання умов входу необхідне для входу в етап. Для завершення етапу необхідно виконати критерії виходу з етапу.

Застосовують наступні етапи життєвого циклу інформаційних систем:

- 1) Задум (Pre concept).

Метою етапу є визначення та документування вимог зацікавлених сторін (тобто, цілей). Також важливим є виявлення областей ризику (на високому рівні) до набуття спроможностей. Він зосереджує дослідження і розробки на спроможності/здатності гарантувати доступність технологій у прийнятних часових рамках при допустимих витратах.

## 2) Бачення (Concept).

Метою етапу бачення є вдосконалення та розширення досліджень, експериментів та інженерних моделей, виконаних під час етапу задуму, розроблення попередніх системних вимог та можливого проектного рішення, які базуються на вимогах зацікавлених сторін. Однією з ключових цілей етапу бачення є забезпечення впевненості в тому, що питання є дослідженим, а запропоновані рішення є досяжними.

## 3) Розроблення (Development).

Етап розроблення спрямований на повну перевірку технічного рішення шляхом виконання проектно-конструкторських робіт до моменту дій з впровадження. Для програмного забезпечення розроблення, тестування та сертифікація будуть гарантувати, що програмне забезпечення готове для включення в нове або існуюче обладнання. Стадія розроблення виконується для розроблення цільової системи, яка відповідає заявленим вимогам або перевищує їх і може бути виготовлена, випробувана, оцінена, введена в експлуатацію, забезпечена підтримкою і виведена з експлуатації.

## 4) Експлуатація (Utilisation).

Етап експлуатації виконується для роботи продукту у визначених операційних умовах, включаючи модифікації та оновлення, для надання необхідних послуг з безперервною операційною та економічною ефективністю. Цей етап закінчується, коли цільова система виводиться з експлуатації.

## 5) Супровід (Support).

Етап супроводу виконується для надання послуг з логістики, технічного обслуговування та підтримки, які дають можливість безперервної роботи системи та стабільного надання нею послуг. Етап



супроводу завершується виведенням з експлуатації SOI та припиненням послуг з підтримки.

#### б) Виведення з експлуатації (Retirement).

Метою етапу виведення з експлуатації є демілітаризація та утилізація цільової системи після закінчення строку її корисного використання та видалення відповідних послуг з підтримки операційного обслуговування. Вимоги до демілітаризації та виведення з експлуатації розглядаються на попередніх етапах. Утилізація повинна здійснюватися у відповідності до всіх правових та нормативних вимог, що стосуються безпеки та охорони навколишнього середовища.

Дуже важливим є можливі варіанти рішень, які приймаються при розгляді результатів кожного етапу (рис. 5.4), а саме:

- повернутись до попереднього етапу;
- продовжити поточний етап;
- перейти до наступного етапу;
- призупинити програму/проект;
- завершити програму/проект.

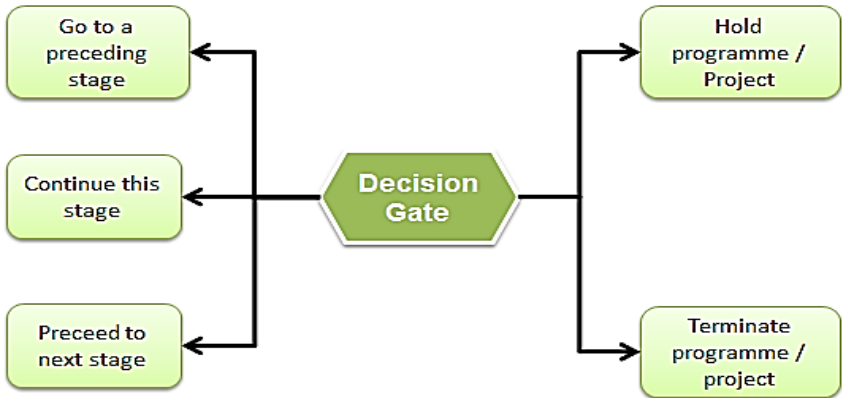


Рис. 5.4. Варіанти рішень, які приймаються при розгляді результатів кожного етапу

Стандарт AAP48 є надбудовою над стандартом ISO/IEC/IEEE 15288:2016 і враховує особливості його застосування в НАТО.

Ці основні стандарти доповнюються бібліотекою документів, які конкретизують окремі аспекти управління життєвим циклом систем, до яких належать і інформаційні системи.

## **5.2. SWOT-аналіз способів створення програмного забезпечення DRMS**

Незважаючи на високі темпи інформатизації та маркетингову активність постачальників стандартних «програмних рішень», статистика свідчить про існування великої кількості компаній, інформаційні системи менеджменту яких складаються з еkleктичного набору програм, причому більшість із них є унікальними. Навіть у такій категорії компаній з розвиненими ІТ – комерційних банках - інтегровані системи менеджменту на базі стандартних рішень створені тільки в найбільш крупних фінансових установах. Ще більш рельєфно ця ситуація простежується у сфері державного управління, зокрема і у сфері управління оборонними ресурсами.

Зважаючи на те, що ПЗ систем менеджменту - об'єкт віртуальний – при аргументації вибору варіанту ПЗ використовуються неформалізовані критерії. Так, аргументами «проти» вибору варіанту унікального ПЗ зазвичай слугують: демонстрація розробниками процесу розроблення ПЗ, а не результату (багаторазове перенесення термінів завершення розроблення), залежність компанії від розробника, особливо на етапі експлуатації ПЗ у випадках, коли необхідне термінове внесення змін у зв'язку із змінами бізнес-процесів чи вимог законодавства. Популярні аргументи «проти» застосування стандартного ПЗ - висока вартість ліцензій на право його використання, неповна відповідність стандартної функціональності бізнес-процесам і функціям конкретної компанії.

Більш об'єктивним критерієм вибору між унікальним і стандартним ПЗ при створенні інформаційних систем менеджменту у компаніях – суб'єктах економічної діяльності повинні бути у першу чергу економічні показники ефективності проекту з врахуванням

ризиків його реалізації. Тобто цю проблему треба розглядати як різні варіанти реалізації інвестиційного проекту, яким і є створення інтегрованої інформаційної системи менеджменту компанією.

Існує багато методик розрахунку показників економічної ефективності інвестиційних проектів. Однак всі вони базуються на співставленні вигод і витрат, причому вигоди якраз і забезпечуються, в основному, реалізованою в ПЗ функціональністю. Найбільш популярним набором методик у сфері ІТ є ROI (Return On Investment – коефіцієнт рентабельності інвестицій) і TCO (Total Cost of Ownership – сукупна вартість володіння) з виконанням розрахунку періоду окупності проекту (Payback Period), які дозволяють вибрати найбільш прийнятний варіант реалізації ІТ-проекту із декількох альтернативних.

В розділі 5.3 монографії наведена методика вибору стандартного ПЗ із декількох претендентів. Нею можна скористатись і при виборі підходу до розвитку ПЗ системи менеджменту – створення унікального чи застосування стандартного ПЗ. При цьому треба враховувати дві відмінності.

Перша відмінність стосується підрахунку вартості володіння ПЗ. У варіанті створення унікального ПЗ треба розраховувати вартість його розроблення, у варіанті застосування стандартного ПЗ – вартість придбання ліцензій на право його використання. Інші складові TCO по своїй суті не відрізняються в обох варіантах.

Загальний алгоритм вибору способу реалізації ПЗ наведений на рис. 5.5. Зроблене припущення, що в обох варіантах забезпечується необхідна функціональність, яка, у свою чергу, і забезпечує вигоди від створення інформаційної системи менеджменту.

Реально в обох варіантах можуть бути декілька підваріантів.

Унікальне ПЗ може розроблятися підрозділом програмістів своєї організації (якщо він є) або бути замовлене компанії-розробнику. Ринок стандартного ПЗ також дозволяє розглядати декілька програмних продуктів з однаковою функціональністю. Усі програмні рішення відносяться до «пропріетарного» ПЗ, що обумовлює обов'язковість витрат на придбання прав на його використання і супровід.

Існує також можливість застосування у якості стандартного програмне забезпечення, що вільно розповсюджується (ВПЗ - вільне

програмне забезпечення), яке можна використовувати без сплати ліцензійних платежів.



Рис. 5.5. Загальний алгоритм вибору способу реалізації ПЗ

Як правило, ВПЗ використовується як «заготовка», яку потрібно доопрацювати з метою забезпечення відповідності вимогам компанії. Тому цей варіант в алгоритмі на рис. 5.5 зводиться до розроблення унікального ПЗ. Проте треба зазначити, що ВПЗ для систем менеджменту (ERP – Enterprise Resource Planning, CRM-Customer Relationship Management System, PLM – Product Lifecycle Management та ін.) представлено не так широко, як пропріетарне.

Порівнявши ROI і Payback Period обох варіантів, можна зробити обґрунтований вибір типу ПЗ на основі економічних критеріїв.

Проте в інвестиційному і проектному менеджменті приймати рішення, враховуючи тільки економічні показники, некоректно. При виконанні розрахунків ТСО, ROI і Payback Period робилося припущення, що унікальне ПЗ обов'язково буде розроблене, ПЗ обох

типів обов'язково буде впроваджене і буде підтримуватись розробником для забезпечення його відповідності бізнес-процесам компанії і вимогам законодавства. Для більш коректних оцінок необхідно на всіх етапах реалізації проектів враховувати ризики недосягнення запланованого результату. Якраз при оцінюванні ризиків і необхідно враховувати другу суттєву відмінність між варіантами, а саме: у варіанті застосування стандартного програмного забезпечення відсутній ризик з невиконання проекту розроблення ПЗ. На момент прийняття рішення щодо вибору типу ПЗ стандартне ПЗ вже розроблене і його якість забезпечена завдяки використанню у тисячах і навіть десятках тисяч компаній і організацій. Існує тільки ризик неуспішного виконання проекту впровадження стандартного ПЗ у конкретній компанії. Якщо для оцінки успішності реалізації проекту застосувати поняття апріорної імовірності успішного розроблення ПЗ і успішного впровадження ПЗ, тоді імовірність реалізації проекту системи менеджменту з розробленням і впровадженням унікального ПЗ буде набагато нижче, ніж при застосуванні стандартного ПЗ (як добуток апріорних ймовірностей розроблення і впровадження ПЗ).

Таким чином, застосування методик, що використовуються при обґрунтуванні ефективності інвестиційних проектів, при виборі альтернативи «стандартне чи унікальне ПЗ» дозволяє зробити це достатньо обґрунтовано.

У той же час існує багато інших чинників, які важко піддаються кількісній оцінці, але також впливають на коректність вибору типу ПЗ. Тому, крім економічних показників і розрахунку ризиків, їх також бажано враховувати. У табл. 5.1 та 5.2 наведені порівняння обох варіантів у термінах SWOT-аналізу (від скорочення перших літер англійських слів Strengths (Переваги), Weaknesses (Слабкі сторони), Opportunities (Можливості) и Threats (Загрози)).

Наведемо окремі коментарі до SWOT-аналізу. У табл. 5.1 наведено SWOT-аналіз стандартних бізнес-рішень, а у табл. 5.2 – SWOT-аналіз унікального ПЗ.

**SWOT-аналіз стандартних бізнес-рішень**

|   |  |
|---|--|
| <p><b><i>Strength (переваги)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізовані оптимальні бізнес-процеси</li> <li>2. Висока якість індустріального ПЗ</li> <li>3. Наявність стандартної методології та інструментів впровадження</li> </ol> | <p><b><i>Weaknesses (Слабкі сторони)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необхідна локалізація (при використанні закордонного програмного продукту)</li> </ol> |
| <p><b><i>Opportunities (Можливості)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Широкий вибір консультантів з впровадження і підтримки стандартного ПЗ на ринку праці</li> </ol>  | <p><b><i>Threats (Загрози)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Неуспішне впровадження</li> <li>2. Відсутність супроводу на етапі експлуатації</li> </ol>       |

Переваги. Завдяки величезній кількості компаній-користувачів стандартних бізнес-рішень і постійному «зворотному зв'язку» від них до компанії-розробника, забезпечуються наступні переваги. По-перше, компанія-розробник постійно вдосконалює функціональність ПЗ шляхом розширення кількості бізнес-процесів та їх оптимізації. У більшості проектів впровадження стандартного ПЗ є можливість виконати деякий реінжиніринг існуючих бізнес-процесів з метою використання оптимальних бізнес-процесів, «захитих» в стандартне ПЗ. По-друге, компанія-розробник постійно покращує якість стандартного ПЗ.

Можливості. Закладена у самій суті стандартного ПЗ «типовість» функціональності бізнес-процесів призвела до наявності на ринку праці достатньої кількості вузькоспеціалізованих фахівців з впровадження окремих підсистем (модулів) програмних рішень. Це забезпечує компанії-користувачу можливість на конкурсній основі залучити необхідних фахівців для впровадження, підтримки і розвитку стандартного ПЗ протягом всього його життєвого циклу.

Слабкі сторони. При використанні закордонного стандартного ПЗ необхідна його «локалізація» – налаштування функціональності на вимоги законодавства (бухгалтерський облік, податки, розрахунок оплати праці та ін.).

Як правило, локалізацію виконує компанія-розробник або її партнери. Враховуючи часті зміни у законодавстві, виникає ризик неоперативного внесення змін до ПЗ.

Таблиця 5.2

**SWOT-аналіз унікального програмного забезпечення**

|  |   |
|--|---|
| <p><b><i>Strength (переваги)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізуються усі вимоги користувачів до автоматизації бізнес-процесів, звітності, інтерфейсів</li> <li>2. Більш економний програмний код – знижуються вимоги до ІТ-ландшафту</li> </ol> | <p><b><i>Weaknesses (Слабкі сторони)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизуються існуючі не завжди оптимальні БП</li> <li>2. Залежність від конкретного розробника ПЗ</li> <li>3. Нижча, ніж у стандартного, якість ПЗ</li> </ol> |
| <p><b><i>Opportunities (Можливості)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Можливість впливу на розробника</li> </ol>   | <p><b><i>Threats (Загрози)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Неуспішне розроблення ПЗ</li> <li>2. Неуспішне впровадження ПЗ</li> <li>3. Відсутність супроводу на етапі експлуатації</li> </ol>  |

**Переваги.** При створенні унікального ПЗ є можливість реалізувати всі функціональні вимоги, створити необхідні користувачам інтерфейси. Обсяг коду унікального ПЗ зазвичай менший, ніж у стандартного, що знижує вимоги до ІТ-ландшафту.

**Можливості.** Існує можливість організаційного і фінансового «впливу» на розробника.

**Слабкі сторони.** Розроблення і використання унікального ПЗ породжує залежність від виконавців розробки. Це стосується обох випадків – розроблення ПЗ «своїми силами» чи компанією-виконавцем. Ця залежність призводить до порушення термінів реалізації або внесення змін у ПЗ, перевищення запланованих кошторисів.

У зв'язку з унікальністю ПЗ його якість об'єктивно не може відповідати рівню якості стандартного ПЗ.

Головна ж відмінність між варіантами полягає у більших ризиках реалізації проектів, а саме: у варіанті унікального ПЗ існує додатковий ризик неуспішного його розроблення.

### **5.3. Методичні рекомендації щодо вибору (ранжування) стандартного ПЗ для використання в автоматизованих системах управління ресурсами**

#### **5.3.1. Особливості застосування стандартного програмного забезпечення в корпоративних системах управління ресурсами**

Автоматизувати бізнес-процеси можна на основі програмного забезпечення на замовлення (тобто програмування для конкретного замовника) або з використанням так званих «програмних рішень» (solutions) – ПЗ із вже запрограмованими типовими бізнес-процесами і спеціалізованими засобами програмування специфічних БП замовників. Останній вид ПЗ називають стандартним. Стандартне програмне забезпечення – це типове ПЗ, яке розробляється, тиражується і підтримується розробником на індустріальній основі. Стандартне програмне забезпечення, яке використовується для автоматизації бізнес-процесів (на відміну від автоматизації технологічних процесів), часто називають бізнес-застосуваннями. Оскільки індустріальний підхід передбачає використання кращого досвіду (best practice) управління організацією, як показує статистика, автоматизація бізнес-процесів з використанням стандартного ПЗ в більшості випадків економічно доцільна.

Стандартне ПЗ є одним з видів забезпечення автоматизованої системи управління підприємством (АСУП) (інші назви: інтегровані системи менеджменту підприємствами, корпоративні інформаційні системи, інформаційні системи управління). Крім стандартного ПЗ для реалізації АСУП потрібно його технічне, інформаційне, лінгвістичне, юридичне та інші види забезпечення. АСУП буде реалізована тільки тоді, коли всі види забезпечення будуть «складені» в систему. Для



цього і розробляється проект впровадження стандартного ПЗ із супутніми йому видами забезпечення.

До програмних бізнес-застосувань в першу чергу відносять такі класи стандартного ПЗ:

ERP (Enterprise Resource Planning) - система планування ресурсів підприємства;

MRP (Material Requirements Planing) – система планування виробничих ресурсів;

PLM (Product Lifecycle Management) – система управління життєвим циклом продукту;

SCM (Supply Chain Management) – система управління логістичними ланцюгами;

CRM (Customer Relationship Management) – система управління взаємовідносинами з клієнтами.

Наведені вище бізнес-застосування разом з іншими видами забезпечення АСУП дозволяють менеджерам різного рівня управління отримувати в реальному «економічному» масштабі часу більш повну і достовірну інформацію про стан внутрішніх і зовнішніх бізнес-процесів підприємства, на основі якої вони й приймають більш ефективні управлінські рішення (операційний контур управління). У зв'язку із тим, що в цьому стандартному ПЗ «захиті» оптимальні моделі управління бізнес-процесами, його ще називають програмними «бізнес-рішеннями» – software business solutions.

Аналітичні CRM, інтелектуальні бізнес-застосування BI (Business Intelligence) та інші класи аналітичного ПЗ виконують обробку даних з метою аналізу, класифікації, оптимізації, прогнозування та ін., результати роботи яких використовуються персоналом, задіяним в контурі стратегічного менеджменту.

Стандартне програмне забезпечення – бізнес-рішення – з точки зору його вибору, впровадження і застосування має ряд особливостей.

Вони визначаються їх областю застосування – це управління процесами виробництва, логістикою, фінансами, персоналом. Перша особливість – часті зміни БП. Причини – оптимізація БП для забезпечення конкурентоспроможності організації та обліку змін в

законодавстві, які регулюють діяльність бізнесу. Інша особливість – наявність у кожної організації специфічних БП.

Програмні рішення мають ще одну принципову відмінність від інших видів стандартного ПЗ, – наприклад, офісних пакетів, систем електронного документообігу – вони в значній мірі визначають бізнес-ефект від автоматизації. Як вже зазначалося, крім оперативності, достовірності і повноти інформації при прийнятті управлінських рішень, на відміну від інших ІТ, бізнес-рішення, завдяки «защитому» в них досвіду оптимальної організації бізнес-процесів, забезпечують і безпосередні економічні вигоди.

До характеристик якості ПЗ відповідно до стандарту ДСТУ ISO / ІЕС 12119 відносяться (рис. 5.6):

- функціональність (functionality) – набір атрибутів, що характеризують існування набору функцій та їх специфікованих властивостей, що забезпечують потреби користувачів;

- надійність (reliability) – набір атрибутів, що характеризують здатність програмного забезпечення підтримувати свій рівень виконання функцій за певних умов протягом заявленого періоду;

- застосовність (usability) – набір атрибутів, що характеризують зусилля, необхідні для використання ПЗ користувачами;

- ефективність (efficiency) – набір атрибутів, що характеризують зв'язок між рівнем виконання програмного забезпечення і кількістю необхідних для цього обчислювальних ресурсів;

- супроводжуваність (maintainability) – набір атрибутів, що характеризують зусилля, необхідні для виконання специфікованих модифікацій програмного забезпечення;

- мобільність (portability) – набір атрибутів, що характеризують здатність програмного забезпечення бути перенесеним з одного системного середовища в інше.

Кожна з характеристик деталізується на підхарактеристики. Повна модель якості ПЗ наведена в ISO / ІЕС 9126.

Як свідчить світовий досвід, близько 80% вартості володіння програмним бізнес-рішенням протягом всього його життєвого циклу, який може тривати 10 і більше років, припадає на етап його експлуатації. Тому показники якості стандартного ПЗ необхідно

розглядати не тільки з точки зору їх відповідності вимогам на момент прийняття рішення з його вибору, а й прогнозуючи можливі зміни показників у часі. Нижче наведено аналіз особливостей бізнес-рішень і їх впливу на ефективність проєктів, який враховує і ці обставини.



Рис. 5.6. Характеристики якості програмного забезпечення

До складу програмних бізнес-рішень, які використовуються в АСУП, входять модулі, що автоматизують функції та бізнес-процеси в сфері бухгалтерського обліку (податковий облік, амортизація основних засобів, оцінка матеріалів, звітність і т.д.), розрахунку заробітної плати та інші, які в кожній країні мають свою специфіку і законодавчо регламентовані.

Тому при порівнянні функціональності стандартного ПЗ різних постачальників необхідно враховувати не тільки його повноту з точки зору максимального охоплення БП в сфері управління виробництвом, логістикою, збутом, фінансами, персоналом, а й відповідність чинному

національному законодавству і наявність в країні складової організаційно-технологічної інфраструктури постачальника стандартного ПЗ, яка відповідає за постійну підтримку відповідності його поточних версій вимогам законодавства країни впровадження (т. зв. «локалізація» стандартного ПЗ).

Наступні обставини, що впливають на якість бізнес-рішень, випливають з самої їх природи як «стандартного» ПЗ, тобто ПЗ, розробленого для типових БП. При впровадженні в організації стандартне бізнес-рішення необхідно налаштувати на конкретні її БП (т.зв. «кастомізація» ПЗ). БП організації можуть змінюватися, наприклад, з метою підвищення їх ефективності. Тому на показники якості впливають як технологічні характеристики стандартного ПЗ, так і організаційно-технічні фактори, такі як розвиненість створеної постачальником і доступної для замовників інфраструктури підтримки впровадження та супроводу рішень – навчальних центрів, мережі консалтингових компаній-партнерів, а також ринкові фактори, в тому числі кількість доступних на локальному ринку консультантів по впровадженню бізнес-рішення.

Як правило, в організації експлуатуються локальні програмні застосування та бази даних (БД), що відповідають вимогам до них як елементу інтегрованої АСУП. Тому стандартне ПЗ класу ERP повинне мати розвинену систему інтерфейсів і засоби забезпечення спільної роботи з базами даних для інтеграції локальних програмних застосувань в єдину інтегровану систему управління організацією.

Як показує досвід впровадження бізнес-рішень, незважаючи на їх розвинену функціональність, накопичену в рішеннях провідних компаній-постачальників завдяки узагальненню досвіду тисяч організацій-користувачів, близько 20-40% бізнес-процесів конкретної організації не знаходять свого відображення в стандартному ПЗ. Тому до складу ERP-систем повинні входити інструментальні засоби розробки ПЗ для охоплення автоматизацією специфічних БП. Крім того, повинні бути регламентовані стандартні правила і процедури, застосування яких забезпечить коректну спільну роботу розробленого клієнтом ПЗ з поновлюваними версіями стандартного програмного рішення.

Як вже зазначалося, програмні рішення характеризуються довгими життєвими циклами, протягом яких в них вносяться зміни. Їх причинами є зміни в БП організацій, законодавстві, бажання розширення функціональності, необхідність усунення дефектів, технологічні модернізації, які виконує розробник рішення у зв'язку із розвитком інформаційних технологій. Тому особливе значення в моделі якості ПЗ має показник «супроводжуваність». У класичному розумінні під супроводжуваністю ПЗ розуміють його придатність до внесення змін, яка визначається особливостями його архітектури, мови програмування, повноти і якості технічної документації. Для стандартного ПЗ цю характеристику треба розширити наявністю сервісів постачальника з надання оперативних консультацій з коректної експлуатації програмних бізнес-рішень та, при необхідності, виправлення можливих дефектів.

На ефективність експлуатації стандартного ПЗ у складі АСУП значний вплив роблять його технологічні характеристики, в першу чергу архітектура ПЗ. Сьогодні найбільш популярна архітектура «клієнт-сервер», але найбільш ефективною вважається сервісно-орієнтована архітектура (Service Oriented Architecture, SOA), яка забезпечує гнучкість і адаптованість ІТ-інфраструктури з метою підтримки БП, які постійно змінюються. Використання концепції SOA – тільки один, чисто технічний аспект побудови ефективної ІТ-інфраструктури.

Сучасним комплексним підходом до «правильної» організації процесів управління ІТ є методологія ITSM (Information Technology Service Management), реалізована в ITIL (IT Infrastructure Library) – описі кращих практик організації процесів управління ІТ-інфраструктурою. Фундаментальним принципом, запропонованим в ITIL, є сервісний підхід до реалізації функцій управління інформаційними системами в організації. Придатність архітектури стандартного ПЗ для впровадження рекомендацій ITIL, наявність у його складі інструментальних програмних засобів підтримки ІТ-інфраструктури відповідно до ITIL обумовлює рівень якості складових цього комплексного показника, безпосередньо впливаючи на економічні показники ефективності використання ПЗ.

Вибираючи програмне рішення, необхідно враховувати ще одну важливу деталь. Протягом більш ніж 2-х десятиліть впровадження стандартних бізнес-рішень накопичилася статистика, згідно з якою лише третина проектів були повністю успішними, ще третина – частково успішними, інші – неуспішними. Критеріями успіху проектів є досягнення запланованого рівня функціонального і географічного обсягу впровадження, дотримання термінів реалізації проектів і рамок кошторису проекту.

З огляду на те, що впроваджувалися одні і ті ж коди стандартного ПЗ, найчастіше головною причиною проблем був людський фактор, зокрема, проектний менеджмент з боку замовника і, якщо використовувався аутсорсинг, консалтингової компанії. Іншими важливими чинниками, які впливали на ступінь успіху проектів, були наявність і якість локалізованої версії програмного рішення та інфраструктури її актуалізації, інфраструктури підтримки впровадження та супроводу експлуатації програмних рішень, наявність доступних кваліфікованих фахівців і інших чинників, про які йшлося вище. Враховуючи обсяги інвестицій, яких потребують проекти впровадження бізнес-застосувань, для коректного прийняття рішення з їх вибору необхідно, крім розрахунків економічних показників ефективності виконувати також оцінку проектних ризиків, беручи до уваги технологічні, інфраструктурні та ринкові чинники.

У наведеному нижче алгоритмі вибору (ранжування) стандартного ПЗ класу ERP з використанням методу аналізу ієрархій передбачено оцінювання в термінах лінгвістичної змінної вектору характеристик претендентів - ERP-систем. Враховуючи вище наведу специфіку стандартного ПЗ класу ERP до складу вектора характеристик доцільно включити наступне:

- а) позиціонування ERP-системи на світовому ринку:
  - наявність впроваджень ERP-системи в галузі, до якої належить організація;
  - вплив впровадження ERP-системи на збільшення капіталізації організації;
- б) функціональні:

- відповідність функціональності ERP-системи бізнес-процесам організації;
- наявність локалізованої версії, що задовольняє вимогам законодавства країни, в якій працює організація;
- врахування галузевої специфіки в базовій версії або наявність галузевої версії ПЗ;
- в) технологічні:
  - наявність інструментів для інтеграції з іншими системами і БД (інтероперабельність, відповідність стандартам SOA, стандартні інтерфейси та ін.);
  - наявність середовища розробки для реалізації специфічних бізнес-процесів організації;
  - якість програмного забезпечення відповідно до стандарту ISO / IEC 12119;
  - можливість реалізації підходів ITSM (відповідність рекомендаціям ITIL);
  - наявність методології впровадження системи, інструменту її підтримки і супроводу;
  - реалізація архітектури «обчислення in memory»;
  - можливість обробки великих обсягів даних (big data);
  - наявність семантичного контролю коректності даних;
  - швидкість оброблення даних (реактивність);
  - ергономічність інтерфейсу;
  - наявність властивостей архітектури системи, які дозволяють побудувати КСЗІ, зокрема з можливістю одночасного оперування відкритою та таємною інформацією, можливістю інкорпорування зовнішнього криптографічного ПЗ та ін.;
- г) інфраструктура постачальника на локальному ринку:
  - наявність підрозділу постачальника, відповідального за актуальність локалізованих версій;
  - розвиненість мережі консалтингових компаній-партнерів постачальника в країні;
  - наявність в країні навчальних центрів постачальника;
  - наявність «пробної» версії (trial version);

д) ринкові:

- кількість консультантів з впровадження ПЗ, які працюють на локальному ринку в країні;

- досвід фахівців, які працюють на локальному ринку;

- вартість консалтингових послуг (людино/місяць);

е) готовність організації до впровадження ERP-системи:

- наявність фахівців з досвідом впровадження конкретної ERP;

- наявність у замовника напрацювань по впровадженню ERP-системи.

Можлива подальша декомпозиція характеристик. Наприклад, якість ПЗ згідно з ДСТУ ISO/IEC 25051:2016 «Інженерія систем і програмних засобів. Вимоги до якості систем і програмних засобів та її оцінювання (SQuaRE). Вимоги до якості готового для застосування програмного продукту (RUSP) та інструкції щодо його тестування (ISO/IEC 25051:2014, IDT)» може бути деталізованою у вигляді підхарактеристик: функціональність, надійність, зручність використання, ефективність, супроводжуваність, мобільність, які, у свою чергу, також можуть деталізуватись.

### 5.3.2. Узагальнений алгоритм вибору (ранжування) програмних рішень

Сьогодні у світі не існує єдиного еталонного методу оцінки економічної ефективності ІТ-проектів. Більшість компаній приймають рішення про реалізацію ІТ-проектів, виходячи з їх загального позитивного впливу на підвищення конкурентоспроможності продукції та послуг, збільшення ринкової капіталізації компанії за рахунок її більшої керованості, прозорості, нових компетенцій, привабливості для клієнтів і співробітників, а також зниження бізнес-ризиків. Дійсно, економічний ефект від впровадження у бізнес-практику загальних сервісів Інтернет або систем електронного документообігу оцінити складно, і рішення по реалізації таких ІТ-проектів приймаються з точки зору безперечного визнання їх позитивного впливу на підвищення ефективності управління (явище так званої "комодитизації").



У той же час автоматизація управління підприємством, компанією, організацією (далі – організація) засобами стандартних програмних застосувань класу ERP (Enterprise Resource Planning – система планування ресурсів підприємства), у функціональність яких "защита" оптимальна організація основних бізнес-процесів, забезпечує безпосередні економічні вигоди. Проте коректне визначення прямих економічних вигод є складним і трудомістким завданням.

Тому найчастіше власниками бізнесу рішення про впровадження ERP-системи приймається на підставі очікуваних прямих вигод, відомих з досвіду експлуатації систем, наприклад, за рахунок скорочення складських запасів матеріалів, оптимального завантаження виробничих потужностей, зниження витрат на внутрішні бізнес-процеси, підвищення якості продукції і послуг та ін., а також непрямих вигод за рахунок надання менеджерам різних рівнів управління організацією повної достовірної інформації в реальному "економічному" масштабі часу.

Більш точним джерелом оцінки вигод від автоматизації бізнес-процесів може бути "бенчмаркінг" – використання даних організацій цієї ж галузі зі співставними техніко-економічними характеристиками, які отримали позитивний ефект від експлуатації ERP-систем.

Таким чином, після ухвалення принципового рішення по впровадженню ERP-системи постає завдання вибору найбільш прийняттого варіанту реалізації проекту з декількох альтернативних.

У загальному вигляді завдання ухвалення рішень характеризується наступним кортежем [1]:

$\langle A, E, S, T \rangle$ ,

де  $A$  – можливі альтернативи;

$E$  – середовище завдання ухвалення рішень;

$S$  – система переваг особи, що приймає рішення;

$T$  – дія над множиною альтернатив  $A$ : знаходження найбільш прийнятної альтернативи, лінійне упорядкування (ранжування) переліку допустимих альтернатив і т. п.

Альтернативою називають варіант рішення, що задовольняє обмеженням завдання і що є способом досягнення поставленої мети. Наслідки застосування альтернативи називаються результатами.

Середовищем задачі прийняття рішень називають умови, в яких вона здійснюється і які необхідно враховувати при формалізації та вирішенні задачі.

Під системою переваг особи, що приймає рішення, розуміють сукупність її уявлень (про критерії досягнення поставленої мети, достоїнства і недоліки порівнюваних альтернатив), що дозволяють виконувати цілеспрямований вибір елементів з безлічі  $A$  відповідно до необхідної дії (алгоритму)  $T$ . Уподобання особи, що приймає рішення, виявляються, структуруються і формалізуються в ході спеціального дослідження. Потрібна дія (алгоритм)  $T$  над множиною альтернатив  $A$  характеризує тип задачі прийняття рішення (вибір, впорядкування і т. п.) [1].

Визначимо зміст складових кортежу для нашого випадку – вибору (ранжування) в детермінованих умовах стандартних (індустріальних) програмних застосувань – претендентів на функціональну основу і інтеграційну платформу програмного забезпечення інтегрованої системи управління організацією.

Перш за все необхідно визначити перелік цих претендентів (альтернатив) – скласти список претендентів на роль стандартного програмного застосування, яке найбільшою мірою підходить конкретній організації для вирішення завдань створення інтегрованої системи управління.

Найчастіше віддають перевагу відомим програмним продуктам, що найбільш широко використовується у галузі, в якій здійснює діяльність організація.

На етапі попереднього відбору зазвичай використовуються такі характеристики як «Функціональне призначення» і «Інтеграційні можливості» стандартного програмного забезпечення (ПЗ). Результатом виконання цього етапу є «довгий» список претендентів (long list).

Необхідно виконати обстеження організаційної структури, бізнес-процесів (БП) організації та прикладних інформаційних систем, що підтримують БП, що дозволить доповнити галузеві вимоги до системи вимогами, специфічними для організації.

Для формування «короткого» списку претендентів (short list) – власне альтернатив, необхідно врахувати різного роду обмеження, наприклад:

- часові обмеження – обмеження по термінах впровадження;
- законодавчі та нормативно-правові обмеження – обмеження, пов'язані з прийнятими на державному рівні рішеннями про заборону використання програмної продукції конкретної країни-виробника, про необхідність задоволення програмного застосування вимогам певних стандартів, використання конкретних класифікаторів, задоволення умовам інтегруєбельності, ін.

Слід зазначити, що до складу обмежень не включаються такі фінансові показники, як вартість придбання ліцензій і подальші платежі за її супровід. З викладеною нижче методикою працюють експерти, вирішуючи завдання ранжирування індустріальних рішень-альтернатив за всіма критеріями, крім ліцензійних платежів. Остаточна вартість ліцензії враховується при виборі альтернативи керівництвом організації відповідно до нормативно-правових актів, що регулюють сферу закупівель на конкурсній основі.

З огляду на те, що в нашому випадку потрібно прийняти рішення в умовах, коли для вибору (ранжування) ERP-систем абсолютні значення вигод від експлуатації ERP-системи і вартості володіння нею з урахуванням ризиків реалізації проекту отримати важко, замість прямого визначення складових критеріїв вибору (ранжування) ERP-систем – вигод, витрат і проектних ризиків – оцінюються чинники (характеристики), що впливають на ці критерії (система переваг S) шляхом застосування експертної процедури попарного порівняння систем з точки зору зіставлення цих характеристик і згортки всіх отриманих значень окремих характеристик в єдиний кількісний показник.

Для визначення таких характеристик вище було розглянуто специфіку стандартного ПЗ класу ERP як інструменту підвищення ефективності управління підприємством.

Запишемо наведений вище кортеж задачі прийняття рішень у термінах нашої задачі – ранжування систем класу ERP:

<short list систем класу ERP ( $N$ ), long list систем класу ERP, характеристики ERP-систем ( $K$ ), метод аналізу ієрархій Т. Сааті>.

Нижче наведено схему алгоритму вибору програмних рішень класу ERP (рис. 5.7) та детальний алгоритм, в якому формалізована процедура експертної оцінки характеристик, що впливають на складові критерію вибору (ранжування) систем – вигод, витрат і проектних ризиків [2].

Крок 1.

Фахівцями організації складається long list відомих і досить широко розповсюджених стандартних індустріальних ERP-систем (7-10 систем-кандидатів) з обґрунтуванням їх відповідності наступним параметрам:

1) наявність функціональності (компонентів), необхідної для автоматизації діяльності організації;

2) можливості інтеграції індустріальної ERP-системи з іншими системами і БД.

Крок 2.

На основі результатів *Кроку 1* з long list формується short list (вибір  $N$  систем) – перелік альтернатив ERP-систем, які відповідають введеним замовником обмеженням. Порядковий номер ERP-системи в переліку альтернатив позначається через  $n$ ,  $n = 1, 2, \dots, N$ .

Крок 3.

Визначаються  $K$  характеристик ERP-систем і можливостей їх впровадження в організації для використання в якості критеріїв для ранжирування ERP-систем з переліку альтернатив.

Порядковий номер характеристики позначається через  $I$ ,  $i=1,2,\dots,K$ .

Характеристики групуються в  $L$  груп (зазвичай 4-5) таким чином, що наявність кожної групи характеристик є необхідною умовою вибору ERP-системи, в той час як недостатній рівень або навіть відсутність будь-якої характеристики в середині групи може виявитися не настільки критичним при остаточному виборі найкращої ERP-системи.

У якості базового варіанту такого набору характеристик з розподілом на групи доцільно використати варіант вектору, наведеного у п. 5.3.1.

Складання long list відомих і широко розповсюджених стандартних програмних застосувань класу ERP

Формування short list з long list з урахуванням специфіки Замовника

Визначення характеристик ERP-систем для їх порівняння в якості критеріїв для ранжирування ERP-систем. Розподіл характеристик

Формування підгруп експертів, визначення їх вагових коефіцієнтів. Визначення вагових коефіцієнтів характеристик

Здійснення попарних порівнянь характеристик по кожній підгрупі з використанням лінгвістичної змінної за шкалою Т. Сааті

Узагальнення оцінок по підгрупах з урахуванням вагових коефіцієнтів підгруп і вагових коефіцієнтів характеристик з використанням мультиплікативної або адитивної згортки

Відранжований перелік ERP-систем в порядку зменшення оцінки

Рис. 5.7. Схема алгоритму вибору програмних рішень класу ERP

З метою подальшого формального викладу алгоритму вводяться позначення:

$s$  - номер групи характеристик,  $s = 1, \dots, L$ ;

$K(s)$  - кількість характеристик у групі  $s$ ;

$i_t(s)$  - порядковий номер характеристики в групі  $s$ ,  $t = 1, \dots, K(s)$ .

Крок 4.

Формується група з  $M$  підгруп експертів (ПЕ), які володіють знаннями і досвідом впровадження, підтримки (супроводу) і

експлуатації ERP-систем з short list з урахуванням певних характеристик для відбору найкращої ERP-системи.

Порядковий номер ПЕ в групі позначається через  $j, j = 1, 2, \dots, M$ .

Підгрупою може складатися з одного експерта, який знає (здатний професійне попарно порівнювати) всі системи з short list, або кількох експертів, які можуть забезпечити попарне порівняння всіх систем. Так, для трьох систем ERP1, ERP2, ERP3 підгрупою експертів буде вважатися або один експерт, який знає всі три системи, або група з 3-х експертів, таких, наприклад, що один експерт знає системи ERP1-ERP2, другий – системи ERP2-ERP3 і третій – системи ERP1-ERP3.

Для 4-х систем можливою ПЕ може бути, наприклад, група з 4-х експертів з наступними знаннями систем: ERP1-ERP2-ERP3, ERP1-ERP4, ERP2-ERP4, ERP3-ERP4.

Визначаються вагові коефіцієнти ПЕ на підставі наступних критеріїв:

– 1-й критерій: рівень знань експертів ERP-систем з short list в кожній ПЕ. Значення критерію:

- 1 бал (експерти знають мінімум дві системи, але не мають практичного досвіду роботи з ними, наприклад, вивчили матеріали аналітичних компаній, таких як IDC, Forrester Research та ін., прослухали фірмові курси компаній-постачальників ERP-систем, мають сертифікати цих компаній);
- 2 бали (експерти знають мінімум дві системи і мають практичний досвід роботи з ними);
- 3 бали (ПЕ складається з одного сертифікованого експерта, який знає всі системи з short list і має досвід їх продажів, впровадження або супроводу);

– 2-й критерій: сфера компетенції ПЕ поширюється на наступні фази життєвого циклу ERP-систем: впровадження, підтримка, використання. Значення критерію:

- 1 бал (кожен з експертів найбільш компетентний в одній з трьох фаз);

- 2 бали (більше половини експертів підгрупи компетентні в двох з трьох фаз);
- 3 бали (більше половини експертів підгрупи компетентні у всіх трьох фазах);
- 3-й критерій: кількість років роботи в сфері компетенції більше половини експертів в ПЕ. Значення критерію:
  - 1 бал (1-4 роки);
  - 2 бали (5-9 років);
  - 3 бали (10 і більше років).

Бали проставляються у спеціальну форму, після чого підраховуються нормовані вагові коефіцієнти ПЕ, які характеризують їх рівень компетентності відносно інших ПЕ, наприклад:

| ПЕ/<br>критерії | 1-й<br>критерій | 2-й<br>критерій | 3-й<br>критерій | Сума<br>балів | Нормоване<br>значення, $R(j)$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------------|
| ПЕ 1            | 2               | 2               | 1               | 5             | 0,263                         |
| ПЕ 2            | 2               | 2               | 2               | 6             | 0,316                         |
| ПЕ 3            | 3               | 2               | 3               | 8             | 0,421                         |
| Сума балів      |                 |                 |                 | 19            | 1                             |

де  $R(j)$  – нормований ваговий коефіцієнт (вага)  $j$ -ої ПЕ, тобто приведений до інтервалу  $[0,1]$ .

Крок 5.

Використовується метод аналізу ієрархій [3] для ранжування ERP-систем. Для кожної ПЕ по кожній характеристиці експертами на основі своїх знань, досвіду і з використанням наведених вище методичних рекомендацій, а також, у разі необхідності, додаткових інформаційних джерел, складаються таблиці виду табл. 3.4 та 3.5 (всього  $K \times M$  таких таблиць), в результаті опрацювання яких для всіх ERP-систем обчислюються нормовані значення оцінок їх порівняння с іншими системами, а саме  $X_n(i,j)$  – оцінка виставлена  $j$ -ою ПЕ при порівнянні  $n$ -ої ERP-системи з іншими системами за  $i$ -ою характеристикою.

Крок 6.

Для кожної ERP-системи обчислюється значення  $X_n(i)$  – порівняльної оцінки  $n$ -ої ERP-системи з іншими системами за характеристикою  $i$  по всім  $M$  підгрупам експертів з урахуванням їх вагових коефіцієнтів:

$$X_n(i) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M X_n(i, j)R(j)$$

Крок 7.

Для визначення відносної важливості кожної характеристики в порівнянні з іншими характеристиками в своїй групі складаються аналогічні таблиці (всього  $S \times M$  таких таблиць). В результаті попарного порівняння характеристик обчислюються  $P(i_t(s), j)$  – нормовані значення важливості  $i$ -х характеристик відносно інших характеристик при порівнянні характеристик у групі  $s$ , виставлене  $j$ -ою ПЕ.

Крок 8.

Аналогічно *Кроку 7* обчислюються усереднені значення  $P(i_t(s))$  – оцінок важливості характеристик кожної групи за всіма ПЕ.

Крок 9.

З урахуванням рекомендацій по розбивці характеристик на групи, що викладені вище на *Кроці 3* алгоритму, для отримання сумарної оцінки кожної ERP-системи по кожній групі характеристик застосовується адитивна згортка, оскільки характеристики всередині групи не впливають одна на одну або їх взаємний вплив (залежність) не є істотним. При цьому висока значимість для вибору ERP-системи будь-якої характеристики в середині групи може певною мірою компенсувати найгірше значення або відсутність іншої характеристики.

Для кожної ERP-системи з номером  $n$  по кожній групі  $s$  характеристик обчислюється адитивна згортка  $F_n(s)$  як сума добутоків  $X_n(i_t(s))$ , отриманих вище на *Кроці 7* з усієї множини значень  $X_n(i)$ , на  $P(i_t(s))$ :

$$F_n(s) = \sum_{t=1}^{K(s)} X_n(i_t(s))P(i_t(s))$$



Тобто  $F_n(s)$  - це кількісна оцінка значущості  $n$ -ої ERP-системи, визначена на основі характеристик групи  $s$  з урахуванням їх важливості та оцінок всіх ПЕ з урахуванням їх вагових коефіцієнтів.

Крок 10.

На завершення алгоритму, знову ж таки з урахуванням викладених на *Кроці 3* рекомендацій по розподілу характеристик на групи, застосовується мультиплікативна згортка для відсіювання тих ERP-систем, для яких усереднені низькі оцінки характеристик в одній або декількох групах приведуть до різкого погіршення або навіть неможливості функціонування всієї системи.

Виконуються дії, аналогічно наведеним вище на *Кроці 5* для визначення  $G_n(s)$  – значущості кожної групи характеристик відносно інших груп по кожній ERP-системі, після чого обчислюються мультиплікативні згортки  $V_n$  (мультиплікативна) для кожної ERP-системи по формулі:

$$V_n(\text{мультиплікативна}) = \rho_1 \prod_{s=1}^L F_n(s)^{G_n(s)}$$

. У разі, якщо усереднені низькі оцінки характеристик в одній або декількох підгрупах не повинні привести до різкого погіршення або навіть неможливості функціонування всієї системи, замість мультиплікативної згортки на цьому кроці застосовується також адитивна згортка, як це було на *Кроці 10*.

$$V_n(\text{адитивна}) = \rho_2 \sum_{s=1}^L (F_n(s))G_n(s),$$

де  $\rho_1$  и  $\rho_2$  - нормуючі коефіцієнти для приведення значень  $V_n$  до шкали  $[0-10]$ .

В результаті будуть отримані значення  $V_1$  для ERP-системи №1,  $V_2$  для ERP-системи №2 і так далі – до  $V_N$  для ERP-системи с номером  $N$ , тобто системи будуть упорядковані в напрямку зменшення значень  $V_n$ . Найбільше значення буде відповідати найкращій ERP-системі як основи для побудови автоматизованої системи управління організацією.

### 5.3.3. Використання методичних рекомендацій з вибору стандартного ПЗ для інформаційної системи управління оборонними ресурсами

Згідно зі Стратегічним оборонним бюлетенем в Україні повинні бути створені єдина інформаційної системи управління оборонними ресурсами (DRMIS – Defence Resources Management Information System) та інтегрована система логістичного забезпечення (ІСЛЗ).

Нижче наведене бачення авторів монографії щодо параметризації методики з метою її застосування при виборі стандартного ПЗ як основи для створення цих систем.

У методичних рекомендаціях по виборі стандартного ПЗ класу ERP у якості складових критеріїв вибору (ранжування) систем використовувались вигоди, витрати і проектні ризики. Розглянемо, як потрібно інтерпретувати складову критерію «вигоди» при застосуванні цих методичних рекомендацій у сфері оборонного планування. У якості корисного ефекту діяльності збройних сил використовують цілу низку критеріїв – бойова могутність, бойовий потенціал, боєздатність, боєготовність та ін. Як уже відмічалось, в оборонному відомстві впроваджується концепція оборонного планування та управління на основі спроможностей, які визначаються як здатність структурної одиниці сил оборони або сукупності сил і засобів виконувати певні завдання за певних умов обстановки, ресурсного забезпечення та відповідно до встановлених стандартів. Тому у якості складової критерію вибору ERP-систем у сучасних умовах доцільно застосовувати ступінь її впливу на розвиток спроможностей військових формувань, органів управління, озброєння і військової техніки (ОВТ) та інших оборонних ресурсів. У свою чергу цей вплив реалізується формальним процесом у просторі рішень DOTMLPFI-P.

Враховуючи наявність значної кількості програмних застосувань, які використовуються в складових сектору безпеки і оборони, необхідно забезпечити можливість їх сумісної роботи, а також використання ними спільних даних.

У зв'язку з цим при реалізації цих проектів необхідно передбачити заходи зі створення Єдиного інформаційного простору

(ЄП) для ідентифікації ОБТ та військового майна, а також особливу увагу приділити можливостям інтеперабельності стандартних програмних застосувань, які планується використати при створенні цих систем.

ЄП повинен містити інформацію про весь життєвий цикл ОБТ: проектування, виготовлення, закупівлю, зберігання, переміщення, розподіл, експлуатацію, ремонти та відновлення, списання та утилізацію.

Доступ до ЄП, крім складових сектору безпеки і оборони, повинен бути забезпечений для виробників ОБТ та військового майна, закупівельних організацій та експортерів.

При створенні DRМIS та ІСЛЗ необхідно передбачити використання CALS-технологій (CALS – Continuous Acquisition and Life cycle Support, – концепція і програмні продукти інформаційної підтримки життєвого циклу продукції на всіх стадіях її життєвого циклу, засновані на використанні єдиного інформаційного простору (інтегрованого інформаційного середовища).

У зв'язку з цим до переліку програмних застосувань – претендентів (short list) доцільно включити так звані системи управління ресурсами – Enterprise Resource Planning (ERP-системи), функціональність яких покриває ці сфери. Можуть бути включені також комбінації індустріальних програмних застосувань SCM (Supplied Chain Management – система управління ланцюгами постачань) + ERP.

При використанні запропонованих методичних рекомендацій для побудови DRМIS до обмежень доцільно включити:

- наявність досвіду використання в збройних силах країн – членів альянсу НАТО;
- законодавчі заборони щодо країн походження програмних рішень;
- можливість реалізації міжнародних угод щодо класифікації, ідентифікації, отримання та обміну даними та ін.;
- можливість забезпечення логістики тимчасових військових формувань (force element) з одночасним веденням обліку ресурсів у штатних структурах;

– можливість тиражування реалізованих проектних рішень у інших відомствах сектору безпеки і оборони країни.

У якості вектору характеристик ERP-систем може бути використаний перелік, наведений у п. 5.3.1, розширений наступними характеристиками за групами:

- функціональні:
  - підтримка оборонного планування на основі спроможностей;
- технологічні:
  - наявність властивостей архітектури системи, які дозволяють побудувати КСЗІ, зокрема з можливістю одночасного оперування відкритою та таємною інформацією, можливістю інкорпорування зовнішнього криптографічного ПЗ та ін.,

та з виключенням специфічної для ринкової економіки характеристики «вплив впровадження ERP-системи на збільшення капіталізації організації».

#### **5.4. Модифікація моделі Захмана для побудови архітектури інформаційної системи управління оборонними ресурсами**

Для опису сучасних складних корпоративних систем часто використовують модель архітектури підприємства Захмана (Zachman Framework for Enterprise Architecture). Нижче наведений короткий опис концепції цієї моделі архітектури, виконаний на основі [4].

Модель спрямована на дві основні цілі – з одного боку, логічне розділити весь опис архітектури на окремі складові для спрощення їхнього формування й сприйняття, з іншого боку – забезпечити можливість розгляду цілісної архітектури з певних точок зору (рівнів абстракції).

На відміну від концепції «життєвого циклу», що включає такі етапи, як планування, аналіз, проектування, розроблення, документування, впровадження й промислова експлуатація, на

кожному з яких розглядаються питання, пов'язані як з функціями системи, так і з даними, основна ідея Захмана полягає в тому, щоб забезпечити можливість послідовного опису кожного окремого аспекту системи в координації з усіма іншими. Власне модель представляється у вигляді таблиці, що має п'ять рядків і шість колонок і наведена на рис. 5.8.

Для будь-якої досить складної системи загальне число зв'язків, умов і правил звичайно перевершує можливості для одночасного розгляду. У той же час окремих, у відриві від інших, розгляд кожного аспекту системи найчастіше приводить до неоптимальних рішень як у плані продуктивності системи, так і вартості проекту з її створення.

Перспективи (рядки в таблиці) можуть, зокрема, відповідати різному рівню управління підприємством, якщо мова йде про Архітектуру підприємства або використання інформаційної системи.

Два верхні рядки відповідають найбільш загальним представленням і досить широко описують існуюче оточення, плани й цілі підприємства. У застосуванні до діяльності підприємства верхній рядок «Контекст» відповідає рівню інтересів вищого керівництва і зборів акціонерів. Другий рівень відповідає інтересам бізнес-менеджерів і власників процесів. Третій рівень – той, на якому бізнес-менеджери, бізнес-аналітики і менеджери, відповідальні за ІТ, повинні працювати разом. Рівні із четвертого й далі описують деталі, які становлять інтерес для ІТ-менеджерів, проектувальників, розробників.

На кожному із цих рівнів учасники, загалом кажучи, розглядають ті самі категорії питань, що відповідають колонкам у таблиці, – тільки з різним рівнем абстракції й деталізації. У зміст цих стовпчиків входять:

- дані, що використовуються (що?);
- процеси й функції (як?);
- місця виконання цих процесів (де?);
- організації й персоналії-учасники (хто?);
- керуючі події (коли?);
- цілі й обмеження, що визначають роботу системи (навіщо?).

|                                | Дані ШО                            | Функції ЯК                      | Дислокація, мережа ДЕ           | Люди ХТО                           | Час КОЛИ                     | Мотивація ЧОМУ              |                               |
|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| <b>Бізнес-керівники</b>        | Список важливих понять та об'єктів | Список основних бізнес-процесів | Територіальне розташування      | Ключові організації                | Найважливіші події           | Бізнес-ціль і стратегії     | Сфера дії (контекст)          |
| <i>Володар, менеджер</i>       | Концептуальна модель даних         | Модель бізнес-процесів          | Схема логістики                 | Модель потоку робіт (workflow)     | Майстер-план реалізації      | Бізнес-план                 | Модель підприємства           |
| <i>Конструктор, архітектор</i> | Логічні моделі даних               | Архітектура застосувань         | Модель розподіленої архітектури | Архітектура інтерфейсу користувача | Структура процесів           | Ролі й моделі бізнес-правил | Модель системи                |
| <i>Проектувальник</i>          | Фізична модель даних               | Систем-ний проект               | Технологічна архітектура        | Архітектура презентації            | Структури керування          | Описи бізнес-правил         | Технологічна (фізична модель) |
| <i>Розробник</i>               | Опис структури даних               | Програмний код                  | Мережна архітектура             | Архітектура безпеки                | Визначення часових прив'язок | Реалізація бізнес-логіки    | Деталі реалізації             |
|                                | Дані                               | Працюючі програми               | Мережа                          | Реальні організації                | Бізнес-події                 | Працюючі бізнес-стратегії   | Працююче підприємство         |
|                                | Дані                               | Функції, процеси                | Мережа, розташування систем     | Люди, організації                  | Час, розклади                | Мотивація                   |                               |

Рис. 5.8. Модель Захмана

Основні правила заповнення таблиці наступні:

- кожна клітинка таблиці незалежна від інших, разом вони утворюють функціонально повний простір для опису системи («базис»);
- порядок проходження колонок несуттєвий;
- кожна клітинка містить відповідний опис аспекту реалізації системи у вигляді певної моделі або, можливо, простого опису (текстового документа);
- базові моделі для кожного зі стовпчиків є унікальними;
- відповідні моделі в клітинках кожного ряду в сукупності утворюють повний опис системи з обраної перспективи;
- заповнення клітинок повинне проводитися послідовно «зверху-вниз», не допускається пропуск одного з рядів.

Перший рядок відповідає рівню планування бізнесу в цілому (бізнес-модель). На цьому рівні вводяться загальні основні поняття, що визначають бізнес – наприклад, продукти й послуги, клієнти, розташування об'єктів бізнесу, а також формулюється бізнес-стратегія (стовпчик 6 – «мотивація»). Фактично, даний рядок визначає контекст всіх наступних рядків.

Другий рядок (концептуальна модель) призначений для визначення в термінах бізнесу структури організації, ключових і допоміжних бізнес-процесів.

Третій рівень (логічна модель) відповідає розгляду з точки зору системного архітектора. Тут бізнес-процеси описуються вже в термінах інформаційних систем, включаючи різні типи даних, правила їхнього перетворення й оброблення для виконання визначених на рівні 2 бізнес-функцій.

На четвертому рівні (технологічна або фізична модель) здійснюється «прив'язка» даних і операцій над ними до обраних технологій реалізації. Наприклад, тут може бути визначений вибір реляційної СКБД або засобів роботи з неструктурованими даними чи об'єктно-орієнтованим середовищем.

П'ятий рівень відповідає детальній реалізації системи, включаючи конкретні моделі обладнання, топологію мережі, виробника й версію СКБД, засоби розроблення й власне готовий програмний код. Багато робіт на даному рівні часто виконуються субпідрядниками головного виконавця проекту.

Останній, шостий рівень описує працюючу систему. На цьому рівні можуть бути введені, зокрема, такі об'єкти, як інструкції для роботи із системою, опис баз даних, регламенти роботи допоміжних служб тощо. У вихідній роботі Захмана зміст цього рівня не деталізується. Розвиваючий модель, відзначимо можливості розгляду аспектів функціонування працюючої системи з точки зору, наприклад, кінцевого користувача або експлуатуючих служб.

Послідовна деталізація окремих аспектів опису системи здійснюється в колонках таблиці. Порядок розташування колонок у таблиці, загалом, довільний.

Так, перший стовпчик відповідає на запитання «ЩО?» і визначає дані, що використовуються в системі. На верхньому рівні достатнім буде просте перерахування основних об'єктів, що використовуються у бізнесі. На другому рівні дані об'єкти поєднуються в семантичну модель високого рівня й звичайно описуються у вигляді діаграми «сутності-зв'язки» (ER-діаграми) з відображенням основних зв'язків і найбільш істотних бізнес-обмежень. На третьому рівні ця модель приводиться до нормалізованої форми, визначаються всі атрибути й ключі. Четвертий рівень являє собою фізичну модель даних у системі (в об'єктно-орієнтованому підході - ієрархію класів). Наступний рівень містить опис моделі мовою керування даними для формування таблиць, готові бібліотеки класів, табличні простори СКБД. Нарешті, останній рівень може описувати фактичні набори даних, у тому числі такі характеристики, як журнали доступу, розміри реально займаного дискового простору, статистику звернень тощо. Звичайно, можна відзначити певну недосконалість даної моделі при використанні об'єктно-орієнтованого підходу – фактично модель пропонує роздільний розгляд даних (властивостей) і функцій (методів) класів.

Колонка функцій (питання «ЯК?») призначена для послідовної деталізації опису того, як місія підприємства реалізується на рівні окремих операцій. Зокрема, на першому рівні достатнім буде просте перерахування бізнес-процесів. Другий рівень буде містити модель бізнес-процесів, що згодом деталізується в операції над даними й архітектуру застосувань (рівень 3), методи класів (рівень 4), програмний код (рівень 5) і, нарешті, модулі, що виконуються. При



цьому, починаючи з 4-го рівня, розгляд ведеться вже не в рамках підприємства в цілому, а по окремих підсистемах або застосуваннях.

Наступний стовпчик (питання «ДЕ?») визначає просторовий розподіл компонентів системи й мережну організацію. На рівні планування бізнесу тут досить визначити розташування всіх виробничих об'єктів. На наступному рівні ці об'єкти поєднуються в модель зі зв'язками, що характеризують взаємодію між собою, – будь то обмін інформацією або постачання товарів. На третьому рівні системної архітектури здійснюється «прив'язка» компонентів інформаційної системи до вузлів мережі. Четвертий рівень слугує для визначення фізичної реалізації в термінах апаратних платформ, системного програмного забезпечення, а також засобів проміжного рівня (так зване «middleware»), які використовуються для інтеграції різних компонентів інформаційної системи між собою. Типовим прикладом можуть бути брокери запитів або засоби обміну повідомленнями. На п'ятому рівні визначаються протоколи, що використовуються, й специфікації каналів зв'язку. Останній рівень описує функціонування реалізованої мережі.

Стовпчик таблиці, що відповідає на питання «ХТО?», визначає учасників процесу. На рівні планування бізнесу тут представлений список підрозділів підприємства й функції, які ними виконуються. На наступному рівні приводиться повна організаційна діаграма, а також можуть бути визначені загальні вимоги до інформаційної безпеки. Далі послідовно визначаються учасники бізнес-процесів та їхні ролі, вимоги до інтерфейсів користувача й правила доступу до окремих об'єктів, їхня фізична реалізація на рівні коду або операторів визначення доступу до таблиць у СКБД. Останній рівень описує користувачів системи, що пройшли навчання.

П'ятий стовпчик відповідає на запитання «КОЛИ?» і визначає часові характеристики бізнес-процесів і роботи системи. Деталізація здійснюється зверху донизу, починаючи від календарного плану (рівень 1) і основних параметрів, що характеризують виконання бізнес-процесів, – наприклад, вимога до терміну оформлення угоди (рівень 2). На третьому рівні визначаються події, що викликають зміну стану інформаційних об'єктів та ініціацію операцій над ними. На наступному

рівні ці події транслюються в програмні виклики (тригери) або передані повідомлення. П'ятий рівень визначає фізичну реалізацію оброблення таких подій. Нарешті, на 6-му рівні – фактична історія функціонування системи.

Останній стовпчик («ЧОМУ?» або «НАВІЩО?») слугує для визначення мотивації і задає порядок переходу від завдань бізнесу до вимог і елементів інформаційних систем. Вихідною точкою є бізнес-стратегія, що потім послідовно транслюється в бізнес-план, потім у правила й обмеження для реалізації бізнес-процесів, а на рівні 4 – у відповідні застосування, необхідні для включення до складу інформаційних систем і, надалі, у їхню фізичну реалізацію.

Важливим принципом запропонованої моделі є необхідність послідовного переходу при поглибленні деталізації розгляду. Пропуск окремих елементів майже завжди приводить до невдачі. На практиці це часто трапляється при спробі розроблення програми на підставі тільки усного опису вимог користувача.

Основними характеристиками даної моделі, як відзначено в [4], є наступні:

- простота для розуміння як технічними, так і нетехнічними фахівцями;
- цілісність відносно підприємства, тобто кожна проблема може бути співвіднесена з підприємством у цілому;
- підтримка обговорень складних питань із використанням відносно невеликої кількості нетехнічних понять;
- можливість застосування для планування, що дозволяє краще приймати рішення за рахунок того, що рішення ніколи не буде виноситися «у порожнечі» (у відриві від інших аспектів діяльності підприємства);
- можливість застосування для вирішення завдань, тобто можливість працювати з абстракціями й сутностями, виділяючи й ізолюючи окремі параметри системи без втрати сприйняття підприємства як цілого;
- нейтральність, тобто незалежність від будь-яких інструментів; завдяки цьому кожний інструмент і методологія можуть бути

відображені в даній моделі та можуть явно показати, що вони роблять і чого вони не роблять.

Розроблена модель архітектури може служити простим, але ефективним інструментом по застосуванню системного підходу для планування робіт зі створення і використання інформаційних систем та їхнього стикування. Схема архітектури дозволяє концентруватися на окремих аспектах системи і у той же час не втрачати відчуття загального контексту або «холістичної» перспективи (тобто, погляду на підприємство в цілому). Саме втрата такої перспективи, зокрема, розробка систем субпідрядниками, що перебувають «поза контекстом», становить причину появи «клаптикових» систем (з низьким рівнем інтеграції).

Баланс між сутністю реалізації окремих комірок таблиці і інтегрованим поглядом на систему підтримується моделлю Захмана за рахунок того, що вона:

- полегшує розуміння і спілкування людей, що мають різні ролі в процесах створення, розвитку й використання системи;
- ясно визначає фокус уваги на (відносно) незалежних параметрах для цілей аналізу;
- але в той же час забезпечує підтримку контекстних взаємозв'язків, важливих для збереження цілісності системи.

Розглянемо, як може використовуватися підхід, запропонований Захманом, на практиці. По-перше, дану модель зручно застосовувати для класифікації всієї інформації, що описує підприємство й інформаційні системи цього підприємства, виявлення «білих плям» і координації робіт. По-друге, дану модель можна використовувати на метарівні – для порівняння різних реалізацій створення архітектур підприємства. Нарешті, вона може бути зручним засобом для використання в окремих проектах. Наприклад, у проекті по створенню корпоративного інформаційного порталу необхідно визначити елементи в рядках 3-5 колонки 4 - відповідно, вимоги користувачів до представлення даних, інтерфейси й специфікацію щодо розмежування доступу з урахуванням існуючих «успадкованих» компонентів інформаційної системи. Ця існуюча технологічна архітектура, у свою

чергу, розглядається в комірці на перетинанні четвертого рядка й третього стовпця таблиці.

Дана модель не позбавлена недоліків. Один з них полягає у тому, що при застосуванні її на практиці виникають певні труднощі, пов'язані з відсутністю «вбудованого механізму» розповсюдження змін між елементами таблиці. Іншим обмеженням моделі є відсутність розгляду системи у динаміці. Дійсно, кожний елемент таблиці може містити як опис існуючого стану («як є»), так і цільового, а також всіх проміжних станів. При цьому сама модель не містить засобів для чіткого поділу цих різних «часових зрізів».

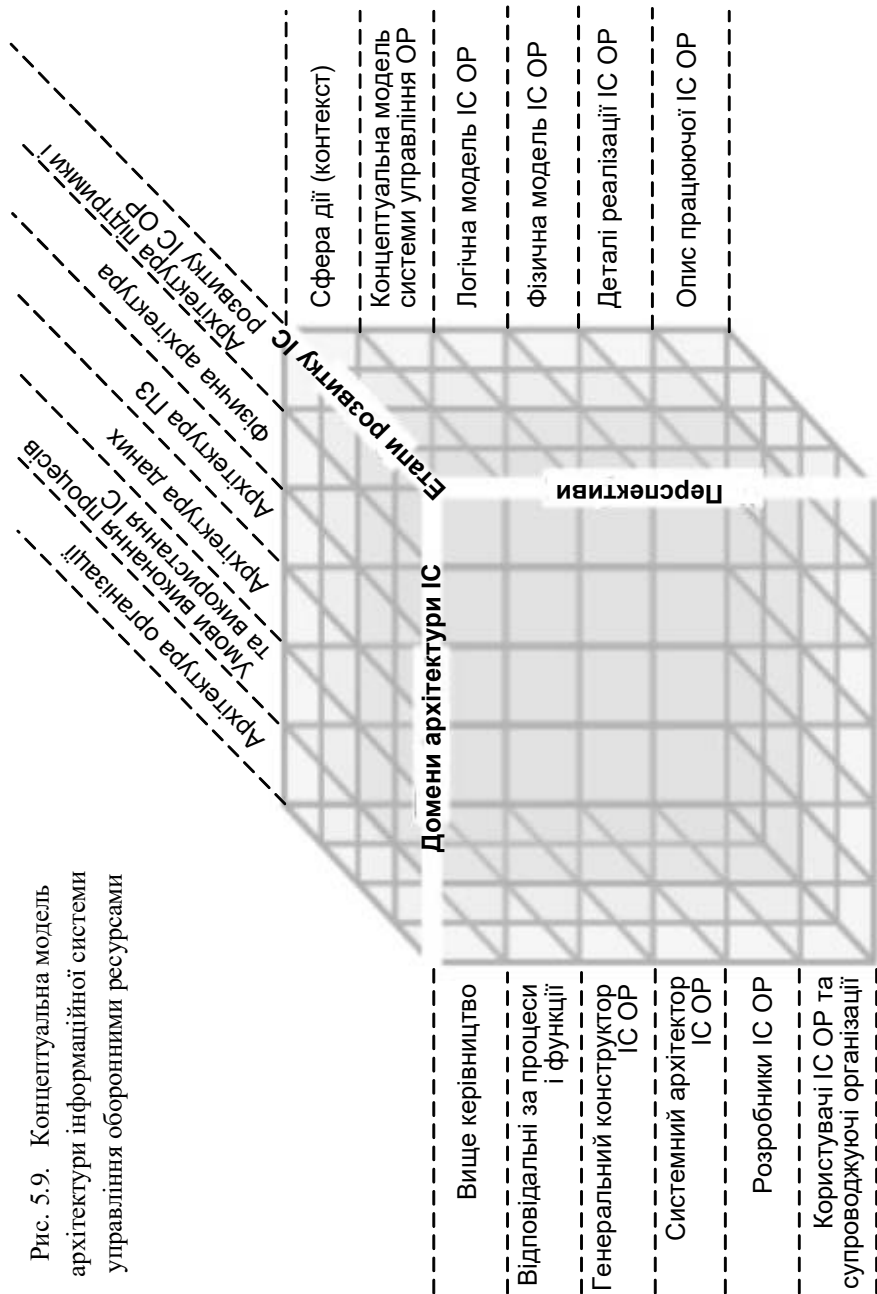
Узагальнення підходу Захмана [4] полягає в забезпеченні можливостей відображення постійного розвитку підприємства і його інформаційних систем як безперервної послідовності трансформацій. Замість традиційної двовимірної таблиці було запропоновано ввести тривимірну схему, додавши до плоских схем вісь стратегічного часу. На цій осі розташовуються відрізки часу здійснення різних проектів і стадій розвитку інформаційних систем, а також всього підприємства.

Таким чином, була створена «об'ємна» схема архітектури підприємства або модель «3D-підприємство», що будується в трьох вимірах з урахуванням часового простору. Третя вісь дозволяє явно визначати ті зміни, які відбувалися й будуть відбуватися з підприємством, його існуючими інформаційними системами, а також з різними проектами розвитку й трансформації.

На рис. 5.9 наведено концептуальну модель архітектури інформаційної системи управління оборонними ресурсами, у якій використана концепція моделі «3D-підприємство».

У якості перспектив (рядки моделі) для інформаційної системи управління оборонними ресурсами доцільно розглядати наступні: сфера дії (контекст), концептуальна модель системи управління ОР, логічна модель ІС ОР, фізична модель ІС ОР, деталі реалізації ІС ОР, опис працюючої ІС ОР. Користувачами цієї інформації можуть виступати відповідно вище керівництво, відповідальні за процеси і функції, генеральний конструктор ІС ОР, системний архітектор ІС ОР, розробники ІС ОР, користувачі ІС ОР та організації, що супроводжують інформаційну систему.

Рис. 5.9. Концептуальна модель архітектури інформаційної системи управління оборонними ресурсами



Стовпчики моделі представляють наступні домени (аспекти) архітектури інформаційної системи: архітектура організації, умови виконання процесів та використання ІС, архітектура даних, архітектура ПЗ, фізична архітектура, архітектура підтримки і розвитку ІС ОР.

На перетині рядка і стовпчика фронтальної грані куба розміщуються назви документів (файлів) та посилання на їх місце знаходження, які описують той чи інший домен архітектури на відповідному рівні абстракції. Наприклад, на перетині другого стовпчика та першого рядка знаходиться посилання на формалізований опис організаційної структури та службових процесів організації, на перетині п'ятого стовпчика і третього рядка логічна модель складових програмного забезпечення ІС ОР.

Актуальність контенту моделі забезпечуються за рахунок третьої її координати – етапи розвитку ІС. Документи і файли ідентифікуються часовими параметрами.

## **Висновки**

Успіху реалізації ІТ-проектів у оборонному відомстві сприятиме впровадження «процесних» стандартів управління життєвим циклом інформаційних систем.

До вибору альтернативних варіантів застосування ПЗ при створенні чи модернізації систем менеджменту в корпоративному сегменті економіки доцільно підходити як до реалізації інвестиційного проекту з розрахунком відповідних показників його ефективності.

Індустріальна організація розроблення і підтримки в актуальному стані стандартного ПЗ, стандартні апробовані методики його впровадження забезпечують більш високу якість у порівнянні з розробленням унікального ПЗ, а також знижують ризики при його впровадженні і використанні.

Загальна світова тенденція – усе більш широке застосування у системах менеджменту стандартних бізнес-рішень. Ця тенденція простежується й в Україні, чому сприяє зростання рівня технологічної зрілості підприємств, компаній і організацій.

Для автоматизації управління збройними силами провідних держав світу використовується переважно пропрієтарне ПЗ – так звані індустріальні програмні рішення, які застосовуються у корпоративному сегменті економіки, зокрема їх галузеві версії для оборонного сектору.

Наведені в монографії методичні рекомендації призначені для ранжування стандартних індустріальних програмних застосувань класу ERP – претендентів на функціональну основу і інтеграційну платформу для побудови інтегрованих систем управління підприємствами, компаніями та організаціями.

На відміну від трудомісткого процесу визначення вигод, витрат, вартості володіння і проектних ризиків запропонований менш трудомісткий підхід за рахунок оцінки непрямих чинників.

Методика дозволяє підвищити об'єктивність суджень окремих експертів за рахунок:

- деталізації і розбиття критеріїв на підкритерії (характеристики);
- можливості більш об'єктивного визначення значень непрямих характеристик у порівнянні з оцінкою кількісних значень економічних критеріїв і проектних ризиків.

З методикою працюють експерти, рівень знань і досвід роботи яких враховується при отриманні результуючих оцінок систем. Остаточне рішення щодо вибору ERP-системи приймає керівництво організації з урахуванням цих оцінок після проведення комерційних переговорів з постачальниками систем з short list і конкурсних процедур закупівлі прав на використання програмного забезпечення.

Методичні рекомендації можуть бути використані для розробки методик і алгоритмів ранжування стандартних індустріальних програмних застосувань для конкретних підприємств, компаній і організацій, у тому числі для оборонного відомства, шляхом визначення (уточнення) обмежень і характеристик, специфічних для їх діяльності.

Всі необхідні обчислення запропонованого алгоритму досить легко проводяться з допомогою стандартних засобів Excel. У разі необхідності використання великої кількості характеристик у складі груп їх можна розбити на підгрупи та аналогічно застосовувати

відповідні кроки даного алгоритму, що ще більше підкреслює простоту і гнучкість взятого за основу методу аналізу ієрархій Т. Саати.

Методичні рекомендації можуть бути використані для організації процедури ранжування інших індустриальних програмних застосувань – CRM, SCM, PLM, MRP.

Структурована інформація щодо життєвого циклу інформаційних систем може розміщуватись і актуалізуватись у 3D-моделі архітектури системи, в основу якої покладена модель Захмана.

## **Список використаних джерел до розділу 5**

1. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева и др. – М., Радио и связь, 1989. – 304 с.

2. Карпович А.А., Нетесін І.Є., Поліщук В.Б. Как выбрать ERP по методу Саати. // ИТМ. Информационные технологии для менеджмента. – 2014. – Часть 1.- №6-8. – С. 16-21. – Часть 2. – №9-10. – С. 10-14.

3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Пер. с англ. Москва, Радио и связь, 1993. 278 с.

4. Архитектура и стратегия. «Инь» и «Янь» информационных технологий предприятия / А. Данилин, А. Слюсаренко. – М. Интернет – Ун-т Информ. Технологий, 2005. – 504 с.



Наукове видання

**Поліщук Валерій Борисович**  
**Нетесін Ігор Євгенійович**  
**Нестеренко Олександр Васильович**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ОБОРОННИМИ  
РЕСУРСАМИ: МЕТОДОЛОГІЧНИЙ КОНТЕКСТ ТА ПРИКЛАДИ  
ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ**

Частина 1

Відповідальний редактор В. Б. Поліщук

Комп'ютерний набір О. Л. Артеменко, В. О. Васильченко

Підп. до друку 10.12.2019 Формат 60X84/16  
Папір офіс. Гарнітура Times New Roman. Друк. офс.  
Ум. друк. арк. 6,99. Обл.-вид. арк. 4,71.  
Наклад 300 прим. Зам. 164

Український науковий центр розвитку інформаційних технологій (УкрНЦ РІТ)  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців серія ДК № 6628  
03127, м. Київ, пр. Глушкова, 44.  
тел. (044)500-90-95  
itdev.rit.org.ua, info@rit.org.ua

Віддруковано згідно з наданим оригінал-макетом

ТОВ «ПроФормат»  
Україна, 04080, м. Київ, вул. Кирилівська, 86  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції  
Серія ДК № 5942 від 11.01.2018 р