

Міністерство освіти і науки України

Український науковий центр розвитку інформаційних технологій

(УкрНЦ РІТ)



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

Частина 2

Колективна монографія

Київ
УкрНЦ РІТ
2021

ББК 32.988-5

УДК 004.02:004.5:004.6 351.865

П-50

*Рекомендовано до видання Науково-технічною радою
Українського наукового центру розвитку інформаційних технологій
(протокол № 4 від 12 листопада 2021 року)*

Рецензенти:

1. Биченков Василь Васильович, доктор технічних наук, Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського

2. Мірненко Володимир Іванович, доктор технічних наук, професор, Заслужений працівник освіти України, Департамент військової освіти і науки Міністерства оборони України

Авторський колектив: *Поліщук В. Б. (Передмова, 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4, 1.2.1, 1.2.3, 3, 6.1, 6.2, Висновки); Нетесін І. Є. (1.1.4, 1.2.2, 1.2.3, 3, 4, 5, Висновки); Нестеренко О. В. (1.1.1, 1.1.2, 1.1.4, 2, 3, Висновки); Вовк О. О. (3.1, 4, 5); Ходаківський В. М. (4); Макогонюк Ю. П. (4); Артеменко О. Л. (4); Поліщук Н.В. (2.3.4, 6.4); Зайцев С. М. (2.3.3, 6.4); Голобородько М.Ю. (6); Закалад М.А. (6); Беляченко О. В. (6.3).*

Інформаційні технології в управлінні оборонними ресурсами: методологічний контекст та приклади практичної реалізації. Частина 2: монографія / [Поліщук В. Б., Нетесін І.Є., Нестеренко О.В. та ін.]: за ред. В.Б. Поліщука. Київ: УкрНЦ РІТ, 2021. 205 с.

У монографії викладений детальний опис інтеграційного методу розв'язання багатокритеріальних задач оцінювання спроможностей сил оборони, що включає використання онтологічної моделі даних, метод аналізу ієрархій та засоби графової візуалізації процесів порівняння альтернатив, підходи до розроблення якого були опубліковані в Частині 1 монографії.

Наведений опис експериментального зразка програмного інструментарію, який реалізує запропонований метод, результати його апробації на реальному прикладі та короткий огляд спеціального програмного забезпечення для оборонного планування.

ISBN 978-966-97923-5-8

© УкрНЦ РІТ, 2021

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	6
ПЕРЕДМОВА.....	7
РОЗДІЛ 1 ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ОПИС ІНТЕГРАЦІЙНОГО МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ В ОБОРОННОМУ ПЛАНУВАННІ.....	9
1.1. Формалізована модель предметної області сфери оцінювання спроможностей в оборонному плануванні	9
1.1.1. Поняття та об'єкти предметної області	9
1.1.2. Аналіз літературних джерел та постановка проблеми.....	19
1.1.3. Формалізована схема задачі прийняття рішення	27
1.1.4. Модель інтеграції онтології, методу аналізу ієрархій та візуалізації на графах.....	30
1.2. Формалізований опис методу прийняття рішення щодо вибору альтернатив на базі схвального голосування	38
1.2.1. Основні підходи для оцінки та вибору альтернатив.....	38
1.2.2. Аналіз методів голосування та прийняття рішень в експертних групах	39
1.2.3. Процедура формування спроможностей, їх оцінки та вибору методом модифікованого схвального голосування	43
РОЗДІЛ 2. ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ В ПРОЦЕСАХ ОБОРОННОГО ОГЛЯДУ.....	45
2.1. Аналіз існуючих даних предметної області	45
2.1.1. Основні базові кванти (понятійні одиниці) предметної області.....	45
2.1.2. Основні онтології предметної області	47

2.1.3. Аналіз існуючих даних на модельних прикладах	56
2.2. Фрейми з описами узагальнених родових понять.....	67
2.2.1. Поняття фрейму	67
2.2.2. Властивості фреймів	70
2.2.3. Фреймова модель групи спроможностей	74
2.3. Інформаційний супровід розв’язання експертних задач	76
2.3.1. Інформаційні процеси в діяльності експертів	76
2.3.2. Застосування експертами онтологічної моделі ПдО.....	81
2.3.3. Інструментарій інформаційного супроводу розв’язання експертних задач.....	84
2.3.4. Опис бази даних носіїв спроможностей.....	92
РОЗДІЛ 3. АЛГОРИТМ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ.....	103
3.1. Застосування інтеграційного методу для різних конфігурацій вхідних даних	103
3.2. Вектори параметрів (критеріїв) для оцінки	113
3.3. Схема практичної реалізації отриманих рішень на прикладі типової задачі органу військового управління.....	118
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ЗРАЗОК ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ В ОБОРОННОМУ ПЛАНУВАННІ.....	127
4.1 Функціональність та архітектурна модель даних експериментального зразка	127
4.2. Інтерфейс експериментального зразка.....	131
РОЗДІЛ 5. АПРОБАЦІЯ ІНТЕГРАЦІЙНОГО МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗРАЗКА ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ.....	143

5.1. Задача ведення розвідки в інтересах наземної артилерії	143
5.1.1. Постановка задачі	143
5.1.2. Приклад постановки задачі і методів її вирішення в Рекомендаціях з оборонного планування на основі спроможностей.....	144
5.1.3. Апробація інтеграційного методу та експериментального зразка програмного інструментарію	147
5.2. Результати апробації інтеграційного методу	154
РОЗДІЛ 6. ОГЛЯД СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБОРОННОГО ПЛАНУВАННЯ.....	157
6.1. Особливості використання спеціального програмного забезпечення оборонного планування НАТО.....	157
6.2. Інформаційна система довгострокового планування J-DARTS.....	161
6.3. Пакет рішень SAP for Defence & Security.....	163
6.4. Опис програмного інструментарію SAP для побудови інформаційно-аналітичних систем	169
6.4.1. Архітектура інформаційно-аналітичної системи на базі стандартного програмного забезпечення SAP.....	169
6.4.2 Опис програмного інструментарію SAP Business Warehouse.....	169
6.4.3. Опис програмного інструментарію SAP Business Object..	185
ВИСНОВКИ.....	194
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	198

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

АС	– автоматизована система
БД	– база даних
БЗ	– база знань
ВІ	– військова інфраструктура
ВУ	– відносна узгодженість
ЕЗ	– експериментальний зразок програмного інструментарію, у якому реалізований інтеграційний метод експертного оцінювання спроможностей
ІВФ	– інші військові формування
ІКТ	– інформаційно–комунікаційні технології
ІМ	– інтеграційний метод оцінювання спроможностей в оборонному плануванні
ІС	– інформаційна система
ЗСУ	– Збройні Сили України
МАІ	– метод аналізу ієрархій
МО	– Міністерство оборони України
НС	– носій спроможностей
ОПОС	– оборонне планування на основі спроможностей
ПдО	– предметна область
ПЗ	– програмне забезпечення
ПК	– персональний комп'ютер
СО	– сили оборони
СПЗ	– спеціальне програмне забезпечення

ПЕРЕДМОВА

В сучасних умовах на підставі вимог керівних документів актуалізується проблема планування розбудови спроможностей сил оборони щодо протидії загрозам з урахуванням досвіду країн НАТО. У Военній доктрині України 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 методичних матеріалах з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України обґрунтовано пропонується вибір варіанту розвитку (способу реалізації) спроможності здійснювати експертами, а у якості методичної основи для вирішення проблеми прийняття раціонального рішення щодо розвитку спроможностей застосовувати методи аналізу багатомірних критеріїв.

Перший досвід впровадження оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України і ЗСУ продемонстрував необхідність доопрацювання методичних підходів та їх реалізації у вигляді комп’ютерних інформаційно-аналітичних інструментів, застосування яких забезпечить прийняття раціональних рішень щодо розвитку спроможностей сил і засобів ЗСУ виконувати завдання за призначенням.

В монографії проаналізований досвід проведення оцінювання спроможностей на основі стандартів НАТО. Проведено аналіз останніх досліджень і публікацій щодо планування на основі спроможностей, який показує, що дослідники та фахівці пропонують низку підходів до порядку прийняття рішень у цій сфері. Більшість з них теж спираються на експертні методи, які певною мірою дають змогу вирішувати поставлені завдання. Однак ці методи потребують значних інтелектуальних зусиль експертів та організаційно-технічного

навантаження на організаторів проведення експертного опитування, а також зазвичай потребують багато часу. Водночас на практиці під час розв'язування багатокритеріальних задач не завжди є можливість використання експертами визначених технічних характеристик зразків озброєння та військової техніки (військових засобів), що також несе ризик прийняття рішень на основі необґрунтованих суджень експертів.

Тому ці методи та інструменти повинні бути простими у застосуванні і забезпечувати оперативність при їх використанні. У монографії наведений опис запропонованого авторами інтеграційного методу розв'язання багатокритеріальних задач оцінювання спроможностей сил оборони з використанням онтологічної моделі даних, методу аналізу ієрархій та засобів графового представлення процесів порівняння альтернатив, який задовольняє цим вимогам та дозволяє суттєво підвищити ефективність прийняття рішень у задачах багатокритеріального вибору.

Наведений опис експериментального зразка програмного інструментарію, який реалізує запропонований метод, та результати його апробації на реальному прикладі.

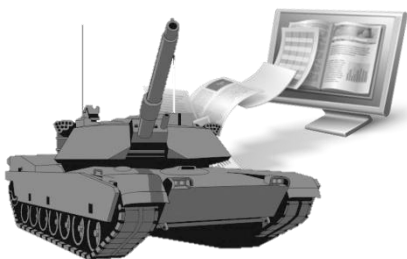
Наведений короткий огляд спеціального програмного забезпечення для оборонного планування.

Зроблені висновки щодо місця можливого застосування запропонованого методу в процедурах оборонного планування.

Монографія підготовлена за результатами НДР “Розроблення інтеграційного методу та програмного інструментарію розв'язання багатокритеріальних задач оцінювання спроможностей сил оборони”, виконаної Українським науковим центром розвитку інформаційних технологій (УкрНЦ РІТ) Міністерства освіти і науки України за участю авторів.

РОЗДІЛ 1.

ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ОПИС ІНТЕГРАЦІЙНОГО МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ В ОБОРОННОМУ ПЛАНУВАННІ



1.1. Формалізована модель предметної області сфери оцінювання спроможностей в оборонному плануванні

1.1.1. Поняття та об'єкти предметної області

У сучасних умовах актуалізується проблема планування розбудови спроможностей сил оборони щодо протидії загрозам з урахуванням досвіду країн НАТО [1, 2]. Країни, які беруть у цьому участь, проводять заходи щодо інтеграції у процес оборонного планування (*Defence Planning Process – DPP*), який полягає у переході до моделі оборонного планування на основі спроможності (ОПОС) (*Capability-Based Defence Planning (CBDP)*). Ця концепція отримала назву “золотого стандарту оборонного планування” [3] та реалізується системою інтеграції та розвитку спроможностей (*Joint Capabilities Integration and Development System – JCIDS*) [4] як спадний процес для виявлення потреб у спроможностях (рис. 1.1).

Закон України “Про національну безпеку України” визначає оборонне планування як складову частину системи державного стратегічного планування, що здійснюється з метою забезпечення

обороздатності держави шляхом визначення пріоритетів і напрямів розвитку сил оборони, їх спроможностей, озброєння та військової техніки, інфраструктури, підготовки військ (сил), а також розроблення відповідних концепцій, програм і планів з урахуванням реальних потенційних загроз у воєнній сфері та фінансово-економічних можливостей держави. Певні теоретичні та наукові підходи щодо шляхів вирішення зазначеної проблеми викладені у наукових працях В. Богдановича, В. Горбуліна, І. Руснака, В. Фролова, В. Гречанінова, А. Губченка, В. Косєвцова та інших авторів.

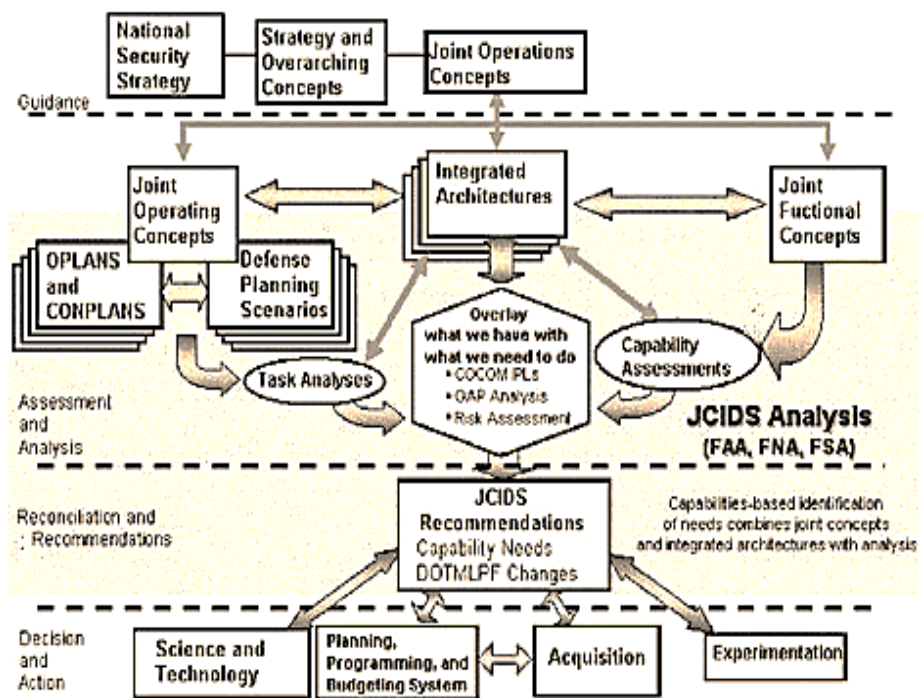


Рис. 1.1. Спадний процес JCIDS для виявлення потреб у спроможностях

ОПОС полягає у формуванні за визначених економічних умов комплексних оперативних спроможностей збройних сил для гарантованого виконання ними визначених завдань. Кінцевою метою

реалізації зазначеної стратегічної перспективи є впровадження гнучкого, адаптивного планування (рис. 1.2) [5].

Поняття "спроможності" (Capability) використовується для визначення різних процесів і об'єктів – мети і завдань оборонного планування; сил і засобів, які можуть виконати поставлені завдання; органів і посадових осіб, які беруть участь у розробленні концепцій. У воєнних доктринах 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 Рекомендаціях з оборонного планування на основі спроможностей [6] (далі – Рекомендації) поняття спроможності уточнюється як здатність структурної одиниці збройних сил (сил оборони) або їх сукупності виконувати визначені завдання за певних умов обстановки, ресурсного забезпечення та відповідно до встановлених стандартів.

Необхідно, однак, зазначити, що досить часто спроможностями називають носіїв спроможностей. Носіїв спроможностей – військові організаційні структури, органи управління, окремі засоби і системи – ієрархічні системи. Наприклад, «Механізований батальйон на броньовій машині піхоти (БМП)» називають спроможністю, хоча, фактично, такий батальйон є носієм спроможності. Така спроможність може характеризуватись, приміром, як «здатність підготувати і вести наступ у смузі до 2 км з темпом до 25-30 км за добу».

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. Більш того, набути ту чи іншу спроможність її носій як система може не однією, а декількома комбінаціями складових елементів.

Носіїв спроможностей мають властивості, які характеризуються як кількісними, так і якісними показниками. Нарешті, вибір варіанту розвитку (способу реалізації) спроможності робиться експертами.

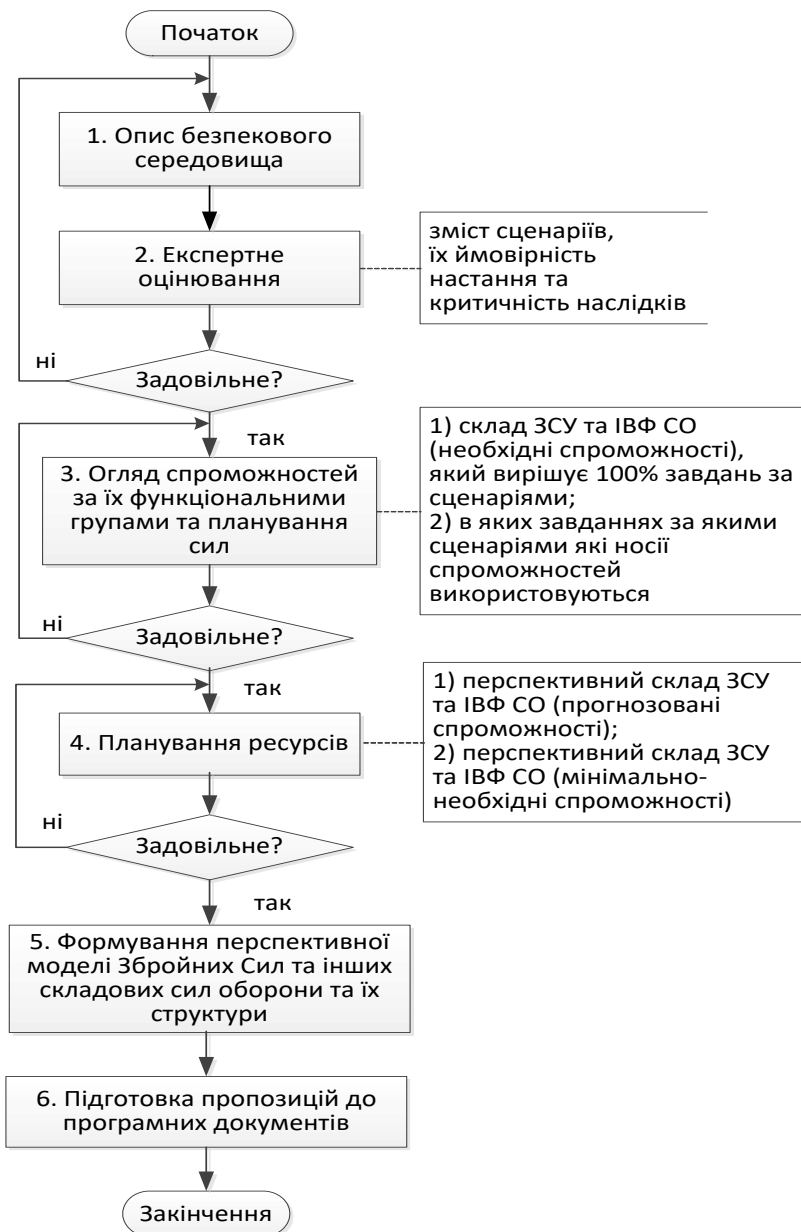


Рис. 1.2. Етапи оборонного огляду

Зрозуміло, що таке двоїсте використання терміну «спроможність» пов'язане з необхідністю отримати результати ОПОС у матеріально-технічному та грошовому еквівалентах. Тому в подальшому будемо використовувати загальний термін «спроможність», маючи на увазі зазначений вище дуалізм.

Планувальне середовище потребує визначення спільних рамок моделі спроможності, яка б охоплювала усі її компоненти у загальнозрозумілому вигляді. Така модель може забезпечуватися різними шляхами. Деякі країни для цього мають стандартизовані моделі, які описують певні аспекти спроможностей наявної системи. Наприклад, канадська модель має вираз у абревіатурі *PRICIE*: персонал (*Personnel*), розробки і дослідження/оперативні розрахунки (*Research & Development / Operations Research*); інфраструктура й організація (*Infrastructure & Organisation*). У США використовують модель *DOTMLPFI*: доктрина (*Doctrine*), організація (*Organization*); тренування та освіта (*Training and Education*); матеріальні ресурси (*Materiel*); лідерство (*Leadership*); персонал (*People*), інфраструктура (*Facilities*), взаємосумісність (*Interoperability*) [7].

Тимчасові рекомендації МО України [8] визначають такі функціональні групи спроможностей:

- 1) військово-політичне та адміністративне керівництво;
- 2) управління ресурсами;
- 3) співробітництво у сфері оборони;
- 4) комплектування військ (сил);
- 5) підготовка органів військового управління та військ (сил);
- 6) командування та управління;
- 7) розвідка;
- 8) застосування;
- 9) захист та живучість;
- 10) забезпечення;
- 11) інфраструктура;
- 12) комунікації;
- 13) зв'язок та інформаційні системи;
- 14) планування сил.

Згідно з документом [9] спроможності Міністерства оборони України, Збройних Сил України та інших складових сил оборони зведені у вісім функціональних груп:

група № 1 “Урядування в оборонній сфері (Defence Governance – DG)”

група № 2 “Планування розвитку та забезпечення готовності військ (сил) (Force Development & Readiness – FDR)”

група № 3 “Командування та управління (Command & Control – C2)”

група № 4 “Розвідка (Intelligence – I)”

група № 5 “Застосування (Engage – E)”

група № 6 “Забезпечення (Sustain – S)”

група № 7 “Зв’язок та інформаційні системи (Communication & Information Systems – CIS)”

група № 8 “Захист та живучість (Protect – P)”.

Розподіл спроможностей на групи дозволяє визначити складові спроможності (підспроможності), що полегшує ідентифікацію та планування їх формування, утримання та нарощування (модернізацію).

Виходячи з викладеного необхідно зазначити, що ОПОС здійснюється у складному інформаційно насиченому середовищі. Планування сил здійснюють на основі варіантів застосування Збройних Сил та інших складових сил оборони для виконання завдань, визначених за прогнозованими сценаріями. У ньому потрібно забезпечити прийняття раціональних рішень щодо розвитку спроможностей військових сил і засобів виконувати певні завдання. Ця процедура включає низку заходів щодо визначення необхідних спроможностей та їх оцінювання, а також формування цільового пакета необхідних спроможностей (рис. 1.3). Для цього, вочевидь, необхідним є визначення відповідних методичних підходів та їх реалізації у вигляді комп’ютерних інформаційно-аналітичних інструментів.

Суть процесу визначення необхідних спроможностей сил оборони під час оборонного огляду полягає у переході від наявних спроможностей, обумовлених поточними сценаріями, до необхідних

для ефективних дій за визначеними сценаріями і ситуаціями. Кількість спроможностей має відповідати кількості визначених завдань за ситуаціями для досягнення потрібного ефекту під час виконання визначених завдань, що може бути забезпечене за допомогою формування найефективнішої комбінації засобів і способів для визначених умов і стандартів (рис. 1.4) [5, 10].

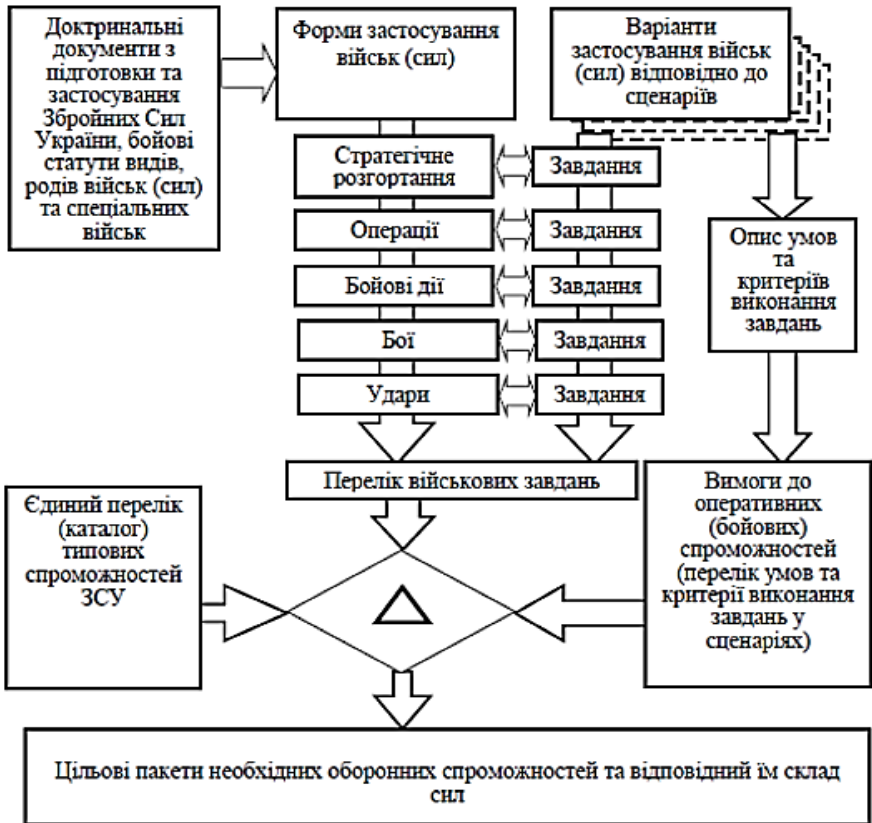


Рис. 1.3. Формування цільового пакета необхідних спроможностей

Окремі засоби та способи досягнення необхідних спроможностей у даних умовах можуть бути надані у стандартних формах, які

визначені у бойових статутах та інших документах. Однак для певних категорій необхідних спроможностей ці засоби і способи повинні бути описані або визначені завчасно.



Рис. 1.4. Формування необхідного складу спроможностей

У результаті порівняння спроможностей визначають розбіжності між наявними та необхідними спроможностями, які можуть бути *критичними*, тобто такими, що є абсолютно важливими для досягнення необхідного результату (ефекту) відповідною структурою, потребують створення (розвитку) та утримання у пріоритетному порядку, або зайвими (надлишковими), або такими, що відповідають завданням (пакету завдань для визначеного сценарію). Решта значень є проміжними (рис. 1.5) [5].

Результат оцінювання спроможностей (оперативних, бойових, спеціальних) за кожною ситуацією (відповідним сценарієм) зводиться в єдину таблицю з метою визначення переліку заходів для досягнення визначених необхідних спроможностей.

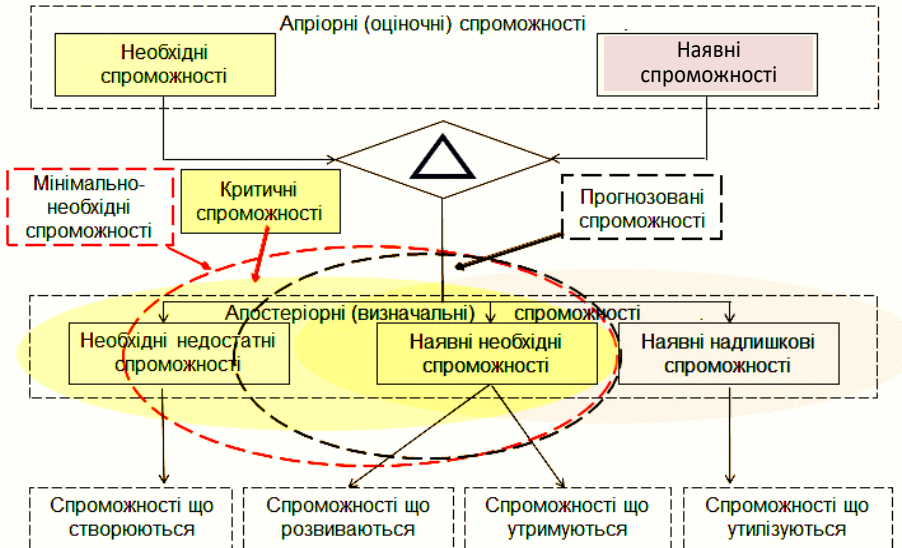


Рис. 1.5. Система спроможностей процедури оборонного планування

Для прикладу розглянемо спроможності військової інфраструктури. Проведене в рамках оборонного огляду оцінювання стану й готовності Збройних Сил України та інших складових сил оборони [11, 12] показує, що спроможності військової інфраструктури займають важливе місце у комплексі спроможностей. Так, серед основних завдань ОПОС є визначення вимог до спроможності структури, чисельності особового складу, кількісних та якісних показників озброєння та військової техніки, інших видів матеріально-технічного забезпечення, військової інфраструктури. До складу категорій спроможності першого (найвищого) рівня віднесені підтримка сил (Force Support) – спроможність створювати, розвивати, утримувати збройні сили та управляти ними, а також забезпечувати, використовувати та підтримувати у належному технічному стані військову інфраструктуру для забезпечення спроможностей, необхідних для реалізації оборонної стратегії.

При оцінюванні спроможності військ (сил), що здійснюється за базовими компонентами спроможності, передбачається оцінювання наявної військової інфраструктури та її здатності забезпечувати життєдіяльність військових структур та виконання ними завдань за призначенням. При прийнятті рішення щодо утримання наявних та нарощування (модернізації) спроможностей за результатами огляду та оцінювання спроможностей означається створення, підтримання, модернізація та оптимізація наявної військової інфраструктури. Кожен варіант розвитку спроможностей оцінюють не лише з погляду на його ефективність щодо виконання визначених завдань, а також й вартості трансформації наявного складу у перспективний. Вартість визначається обсягами ресурсів на переформування наявного складу сил оборони, складається з витрат на персонал, озброєння та військову техніку, запаси матеріально-технічного забезпечення, військову інфраструктуру.

Військова інфраструктура (Facilities) – це система стаціонарних об'єктів та споруд, що забезпечують поточну військову діяльність (бойову й оперативну підготовку), стратегічне розгортання Збройних Сил, ведення воєнних дій і здійснення військової мобілізації. Поняття «Facilities» країн НАТО об'єднує пункти управління, ракетні позиції, аеродроми, системи зв'язку, сховища боєприпасів і паливно-мастильних матеріалів, військово-морські бази, полігони, трубопроводи, залізниці й ін. споруди, які належать до оперативного облаштування театрів воєнних дій. Складові військової інфраструктури України наведено в табл. 1.1 [13].

Закордонний досвід ведення локальних війн і збройних конфліктів засвідчив вагомість і роль заходів, пов'язаних зі створенням і розвитком ВІ. Приміром, для проведення операції «Буря в пустелі» (1991) країни-учасники коаліції (США і союзники) більше місяця працювали над налагодженням взаємодії різних систем забезпечення як у районі конфлікту, так і на транспортних комунікаціях (з цією метою залучено значні людські, фінансові, матеріально-технічні ресурси).

Таблиця 1.1

Складові військової інфраструктури України

№ з/п	Складова	Об'єкти та комунікації	Беруть безпосередню участь
1.	бойова	пункти та системи бойового управління, ракетні позиції, аеродроми ВПС, бази військ.-мор. сил, полігони для бойової підготовки тощо	в оперативній і бойовій підготовці й воєнних діях
2.	тилова	бази й сховища матеріал.-тех. засобів різноманітного призначення, організації і підрозділи з їхнього транспортування та ін.	для тилового забезпечення ЗСУ у мирний та воєнний час
3.	виробничо-технічна	підприємства і організації будівельних матеріалів і будівельно-монтажних робіт, ремонту озброєння та військової техніки, сільгосп підприємства із забезпечення військ продовольством тощо	у мирний і воєнний час виробляють матеріально-технічну продукцію для ЗСУ або надають пов'язані з цим послуги
4.	науково-освітня	наукові установи, навчальні заклади й наукові підрозділи у них	наукові дослідження та конструкторські розроблення, підготовка кадрів для ЗСУ
5.	соціальна	шпитали, санаторії, будинки відпочинку, туристичні бази, магазини, їдальні та ін.	надають послуги військовослужбовцям ЗСУ та членам їх родин

1.1.2. Аналіз літературних джерел та постановка проблеми

Директивними документами НАТО рекомендується вибір варіанту розвитку (способу реалізації) спроможності здійснювати експертами. У якості методичної основи для вирішення проблеми доцільним вважається застосування методів аналізу багатомірних

критеріїв з визначенням пріоритету (ваги) та відповідності спроможності завданню.

Водночас необхідно зазначити, що ці методи моделювання зручні для застосування на концептуальному рівні, але не можуть бути автоматично перетворені в алгоритм, що реалізується програмним кодом, оскільки не мають математичного представлення. У зв'язку із цим виникає необхідність у розробці методу, що дозволить отримувати з концептуальної моделі процесу формалізований опис, який стане основою для розроблення алгоритму виконання процедур оцінювання та його реалізації у вигляді програмного коду.

Таким чином, реалізація наведених моделей полягає у виконанні таких етапів: розробка концептуальної моделі; розробка формальної моделі; розробка програмної моделі. Концептуальна (змістовна) модель – це абстрактна модель, що визначає (описує) взаємозв'язки між етапами процесу і послідовність їх виконання. Вона служить основою для розробки формальної моделі. Формальна модель ставить за мету надати формалізований опис структури і функціонування процесу. Нарешті, програмна модель – це опис формальної моделі за допомогою мови програмування для безпосередньої реалізації на комп'ютері.

У цьому питанні важливого значення набуває створення адекватної формалізованої моделі, яка б відображала взаємозв'язок спроможностей, сценаріїв та очікуваних ризиків [14 – 16].

Проведений аналіз висвітлює існуючу проблематику – побудова подібної моделі середовища оцінювання спроможностей в оборонній сфері стримується низкою чинників, серед яких недосконалість процедур оборонного планування та недостатня його узгодженість з бюджетним процесом, механізмами програмного управління оборонними ресурсами [11, 12], брак належного наукового рівня обґрунтованості прийняття рішень [17], відсутність онтологічних описів операційно-процесуальних властивостей спроможностей [18 – 23] та ін.

В даному аспекті дослідження взаємозалежності складових середовища оцінювання спроможностей, дослідження на відповідність

умовам, що склалися та можливість адаптації до змін, що відбуваються, виступає тією проблемою, яка потребує розгляду.

Оборонним проблемам присвячено ряд наукових праць В. Горбуліна, А. Качинського, В. Богдановича, О. Бодрука, Г. Ситника, А. Семенченка, М. Єжєєва та інших. Вивчають та аналізують цю актуальну проблему і військові фахівці М. Денсжкін, В. Биченков, Ю. Пунда, С. Корендович, П. Сніцаренко, О. Буняк, Р. Бондарь, І. Романюк, Ю. Саричев та інші, які більшою мірою досліджують системи оборонного планування. Система організації та проведення оборонного огляду сил оборони недостатньо досліджена і потребує більш глибокого осмислення та вивчення.

Серед експертних методів часто пропонується метод Делфі. Але цей метод має низку недоліків, серед яких: значна інтелектуальна та організаційно-технічна навантаженість на організаторів проведення опитування; велику кількість ітерацій в роботі експертів; зазвичай значний час опрацювання опитувальних анкет; наявність умови анонімності експертів. У той же час для розв'язання цієї задачі можуть застосовуватись й інші апробовані математичні методики (розрахункові задачі). Одним з таких методів для ранжування спроможностей за певними критеріями в багатьох роботах пропонується застосувати експертний метод аналізу ієрархій (МАІ, АНР). Цей метод від самого початку був розроблений саме для вирішення проблем планування в умовах виникнення непередбачуваних обставин для Міністерства оборони США (DoD). Зараз він активно використовується й в інших сферах діяльності – АНР підходить для широкого спектру застосувань в економіці, фінансах, політиці, розподілу ресурсів і т.ін. [24].

Однак формування будь яких експертних оцінок для розв'язання таких складних багатофакторних задач неможливе без моделювання і аналізу даних. Які б методи до оцінки альтернатив не використовувались, для підтримки прийняття рішень експертами у складному інформаційному просторі необхідно забезпечити збір, представлення та аналіз на різних рівнях значної сукупності гетерогенних даних. Тому різні інституції DoD, такі, наприклад, як

Спільна група аналізу розгортання (JDAT), надають спостереження, висновки та рекомендації з планування на основі збирання та аналізу кількісних даних.

Водночас в сучасних умовах з'являються нові джерела даних, застосовуються потокові дані та має місце розподілене зберігання даних. Тому в структурах бойового, технічного та тилового забезпечення обробляється значно більший обсяг даних, зокрема неструктурованих. Виходячи з цього подібні системи повинні містити у складі операційного середовища не лише інструментарій обробки та аналізу даних, що використовуються в процесі прийняття рішень, а й засоби керування знаннями. Ці засоби мають забезпечувати обробку певних суджень, висловлювань та тверджень, що несуть у собі об'єктні уявлення та сприйняття предметної області (ПдО, Domain array – DA). При цьому дані мають найбільш точно відображати структуру ПдО, адже від цього в першу чергу залежить якість отриманого рішення. Це вимагає скрупульозної деталізації ПдО для чіткого визначення критеріїв, альтернатив та іншої інформації. Погрішності на етапі структуризації, як відомо, зазвичай призводять до утворення хибних моделей прийняття рішення, що зумовлюють отримання некоректних результатів.

Одним із підходів, що дозволяє вирішувати зазначену проблему, є онтологічне представлення ПдО як детальний опис предметної області за допомогою концептуальної схеми. Така схема складається з ієрархічної структури даних, містить інформацію про властивості, а також про відношення між поняттями та об'єктами ПдО [25]. 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. Як наслідок, це сприяє

інтелектуалізації відповідних інформаційних технологій в різних сферах [19, 26].

Не дивно, що чимало дослідників і фахівців пропонують інструменти та методи для кращого керування даними та процесами, серед яких помітне місце займає використання зв'язаних даних на основі онтологій. При цьому чимало дослідників одночасно розглядають й АНР, який добре підходить для ієрархічних структур даних, зокрема таких, які були сформовані з точки зору онтологій. Однак необхідно зазначити, що в багатьох дослідженнях і проектах щодо спільного використання онтологій і АНР в основному саме взаємопов'язаної інтеграції не спостерігається. Головним чином йдеться про попередню підготовку даних на основі онтологій, а потім окремо застосовується АНР для отримання певних оцінок. Саме такий підхід застосовано в роботі [27], де представлена загальна архітектура, що базується на онтології, використовуючи багатокритеріальну техніку прийняття рішень для проектування персоналізованої системи планування маршрутів. Спочатку на основі онтології будується загальна орієнтована на користувачів архітектура. З побудованих моделей виділяються критерії, що зважуються і оцінюються методом АНР. В роботі [28] пропонується комплексне оцінювання якості деталей поєднанням методу АНР та балів оціночних ознак, отриманих з онтології. У роботі [29] автори представляють метод використання інформації з онтології для пошуку та ранжирування веб сторінок, використовуючи алгоритм АНР. У [30] запропоновано вирішення проблеми оцінки, ранжирування та вибору онтологій для їх повторного використання відповідно до вподобань користувача. АНР використовується, щоб змоделювати уподобання користувачів та знайти рішення з декількома критеріями.

Водночас треба зауважити, що АНР не позбавлений певних недоліків, зокрема щодо чутливості до чіткості визначення переліку альтернатив та обмежень. Також зазвичай потрібно звести до мінімуму й недолік, що пов'язаний із відношеннями узгодженості як показником якості експертних оцінок. Завдяки цьому, часто пошук методу

багатокритеріального аналізу, який найкраще підходить для вирішення проблеми, розширюється або модифікованим АНР, або іншими методами. Так, наприклад, пропонується в роботі [31], яка стосується розробки системи підтримки прийняття рішення щодо вибору програмного забезпечення. А в роботі [32] вже робиться спроба запропонувати спосіб онтологічно представити сам АНР. Запропонований метод не тільки конкретизує поняття та їх взаємозв'язки, але й реалізує також механізми оцінювання пріоритетності та послідовності в АНР за допомогою відповідних правил міркування.

Також, як можна помітити в результаті аналізу існуючих рішень, питання застосування онтологій і АНР саме в адміністративному управлінні, зокрема в сфері оборонного планування, розглядаються дуже обмежено. Серед небагатьох прикладів можна відзначити роботу [33], яка пропонує вирішення проблеми розміщення об'єктів у військовій логістичній системі. Два етапи розв'язання задачі максимізації середньої корисності будівель, що відводяться під об'єкти, базуються на застосуванні АНР. У статті [34] представлена модель, що стосується визначення необхідних спроможностей та варіантів їх розвитку відповідно до можливих сценаріїв загроз безпеці. Модель враховує істотні параметри сценаріїв, необхідні спроможності та параметри вартості для ранжування варіантів розвитку спроможностей з метою оптимального вибору варіанту. Для визначення параметрів та їх значень використовується експертна оцінка. У статті [35] зазначається, що недостатня обізнаність про корпоративний ландшафт даних впливає на здатність керувати даними. Це, у свою чергу, впливає на загальну якість даних в організаціях. Стаття спрямована на те, щоб запропонувати великим організаціям інструменти і методи для кращого усвідомлення даних, процесів та організаційних ознак за допомогою використання онтології зв'язаних даних. В роботі [36] запропоновано структуру інтелектуальних агентів для моделювання можливих сценаріїв розвитку спроможностей. Основним у цьому дослідженні є питання онтологій, які, як зазначається, необхідно розвивати для

вирішення подібних проблем. У статті [20] розглядається проблема визначення основних підходів до застосування онтолого-керованих інформаційних систем у сфері адміністративного управління, зокрема для розв'язання задачі оцінки на основі спроможностей в процесі оборонного планування.

Головний висновок проведеного аналізу полягає у тому, що подібні підходи дозволяють знаходити прийнятні рішення тільки у тому випадку, якщо стан предметної області є чітко заданим, її математичний опис подається у вигляді визначених множин концептів та їх властивостей, а у якості експертів мають виступати висококваліфіковані фахівці.

Проблеми побудови моделей інформаційного середовища в умовах наявності загроз висвітлено в працях В.Л. Бурячка, В.С. Василенка, В.В. Домарева, А. Б. Качинського, О.Я. Матова, О.М. Новікова, В.О. Устименка, В.О. Хорошка, О.К. Юдіна та інших. Серед іноземних авторів виділяють Edward G. Amoroso, SiriBromander, BruceSchneier, AdamShostack та ін. В той же час побудова моделей на засадах інтеграції понять і об'єктів в сфері оборонного планування залишається найбільш заплутаною проблемою у визначенні пріоритетів забезпечення опису даних. Перспективними вважається представлення моделей у вигляді графів [37 – 41], але й цей підхід потребує подальшого розвитку.

У даній монографії пропонується підхід до опису моделі інформаційного середовища на основі онтологій та їх використання в процесі розв'язання експертами практичних задач стосовно оцінювання спроможностей.

Визначення понять (концепцій), що відносяться до якоїсь області, а також відношень між цими термінами, що є основою онтологічного підходу, потребує враховувати різні формально-методологічні вимоги, критерії та оцінки, основними з яких є [21]:

1. Побудова інформаційної та функціональної моделей предметної області.
2. Необхідність структурування термінів і понять.

3. Правила формування достовірних висловлювань, тверджень та висновків, що описують терміни і поняття предметної області.

4. Підтримка таксономій тематичних онтологій предметної області.

Але в багатьох дослідженнях практично не враховується специфіка проведення оцінювання та визначення спроможностей в оборонному плануванні. Ця специфіка пов'язана із тим, що до складу експертних груп, на які покладається відповідальність за проведення такої роботи, зазвичай входять посадові особи військових структур, яким достатньо складно орієнтуватися у методах оцінювання. Також на практиці не завжди є можливість використання експертами визначених (наявних) технічних характеристик зразків озброєння та військової техніки (військових засобів).

Тому в сучасних умовах вкрай важливим є надання військовим підрозділам достатньо простої і в той же час науково-обґрунтованої методики оцінювання спроможностей. Така методика має забезпечити експертам оперативно здійснити вибір спроможностей або інших складових оборонного планування за простою уніфікованою процедурою. При цьому зроблений вибір має створити такі умови, щоб у «найкращий» спосіб виконати поставлені завдання.

Все це підтверджує доцільність проведення досліджень, присвячених подальшому вдосконаленню типового експертного процесу прийняття рішень в складних багатокритеріальних задачах. При цьому експертний метод повинен враховувати особливості інформаційного простору оборонного планування, що впливають на ефективність діяльності експертів, а також можливі зміни сценаріїв і завдань оборони.

Метою проведеного авторами дослідження було створення методу, що дозволяє підвищити ефективність розв'язання багатокритеріальної задачі оцінювання спроможностей в оборонному плануванні.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- перевірити можливість застосування підходу, що базується на інтеграції онтологічної моделі, яка описує предметну область управління, методу аналізу ієрархій та візуалізації на графах;
- розробити опис процесу розв'язання багатокритеріальної задачі оцінювання в термінології запропонованого підходу інтеграційного методу;
- запропонувати схему практичної реалізації отриманих рішень на базі типових задач в структурі органу військового управління;
- розробити експериментальний зразок програмного інструментарію (ЕЗ), який реалізує запропонований метод;
- виконати апробацію інтеграційного методу з використанням ЕЗ на реальних даних;
- розробити рекомендації щодо місця можливого застосування запропонованого методу в процедурах обронного планування.

У монографії представлені результати виконання цих завдань.

1.1.3. Формалізована схема задачі прийняття рішення

Задача прийняття рішення формально визначається схемою [42]:

$$\{ \{ \chi \}, \Phi \} \rightarrow \chi^*,$$

де χ – множина альтернатив (об'єктів вибору), яка може бути дискретною і континуальною,

Φ – принцип вибору – правило, за яким встановлюється перевага в множині альтернатив,

χ^* – обрана(і) альтернатива(и).

Зазвичай розрізняють три можливі види задачі прийняття рішень:

1. *Задача оптимального вибору* — якщо множина $\{ \chi \}$ однозначно визначена (фіксована), а принцип вибору Φ формалізований.

2. *Задача неформалізованого вибору* — якщо $\{ \chi \}$ визначена, але Φ не може бути формалізований; вибір залежить від переваг особи, що приймає рішення (експерта).

3. *Загальна задача прийняття рішення* — якщо $\{\chi\}$ не має визначених границь (може доповнюватись і видозмінюватись), а Φ неформалізований; різні експерти можуть вибирати з різних альтернатив із застосуванням своїх неформалізованих Φ та можливістю змінювати свої рішення при виявленні нових альтернатив.

Задача 3 не структурована (погано обумовлена), але може конструктивно вирішуватися при наступних додаткових припущеннях (обмеженнях):

- існує початкова множина альтернатив $\{\chi^{(0)}\}$, що уточняється в процесі рішення: $\{\chi^{(0)}\} \rightarrow \{\chi^{(1)}\} \rightarrow \dots \rightarrow \{\chi\}$;
- будь-яка альтернатива може бути неформально оцінена щодо корисності включення її в $\{\chi\}$;
- у суб'єктів є свої неформалізовані Φ , і їх застосування дає близькі результати.

У теорії прийняття рішень розрізняють два головних підходи до оцінки альтернатив, які підлягають вибору:

- перший — оцінка об'єкта *в цілому* і вибір альтернативи за її результатами;
- другий — деталізація й оцінка *векторів* характеристик (властивостей) об'єктів і прийняття рішень за результатами порівняння цих властивостей.

Перший підхід передбачає вибір χ^* безпосередньо за функцією вибору Φ . Векторний підхід вимагає здійснити *декомпозицію* (розкладання) функції Φ на сукупність (вектор) функцій вибору.

Вважається, що людське мислення більш пристосоване до *оцінки переваг на множині об'єктів*, ніж на множині наборів їх характеристик. Але ця перевага першого підходу виявляється тільки при оцінці достатньо простих об'єктів.

Для складних об'єктів (альтернатив) експерту набагато простіше визначити, яка з альтернатив краща, *враховуючи окремі властивості (характеристики) об'єктів*.

Переваги другого підходу:

- можливість використання при значній кількості альтернатив;
- можливість побудувати ієрархічну декомпозицію характеристик та виконати їх оцінку;
- можливість застосування формалізованих методів і програмних засобів їх реалізації.

Недолік другого підходу – суб'єктивність при виборі характеристик об'єкта.

Властивості, для яких існують об'єктивні числові характеристики, називають *числовими критеріями*. Ідеальний результат ієрархічної декомпозиції – одержання набору числових критеріїв.

Для порівняння альтернатив за окремими властивостями застосовують наступні способи:

- а) на основі попарного порівняння;
- б) використанням природних числових характеристик;
- в) введенням штучних числових характеристик.

Спосіб (а) дає змогу:

- здійснювати порівняння альтернатив, властивості яких мають як кількісне, так і якісне вираження;
- виконувати ранжування альтернатив як за окремими властивостями, так і за їх сукупністю.

Недоліками цього способу є:

- суб'єктивність при формуванні вектору характеристик;
- можливість порушення аксіоми транзитивності у процесі порівняння якісних властивостей об'єкта (*аксіома транзитивності*: з $\chi_1 R \chi_2$ і $\chi_2 R \chi_3$ випливає $\chi_1 R \chi_3$, де бінарна операція порівняння $\chi_1 R \chi_2$ означає, що альтернатива χ_1 краще (або не гірше) альтернативи χ_2 по властивості R).

Спосіб (б) передбачає введення природних числових критеріїв, що утворюються як кінцевий підсумок ієрархічної декомпозиції властивостей альтернатив. Декомпозицію властивостей альтернатив бажано довести до рівнів, на яких можливі числові оцінки, що забезпечує об'єктивність результату порівняння. У зв'язку з тим, що

для кожної властивості глибина декомпозиції може бути різною, на кожному рівні ієрархії необхідно нормувати різнорідні множини критеріїв.

У випадку, коли природні числові характеристики об'єкта відсутні, можуть вводитися *штучні оцінки типу балів* (спосіб (в)). Бали визначаються експертами, які можуть застосовувати неформальні принципи вибору.

Після виконання етапу декомпозиції, оцінки та порівняння окремих властивостей об'єкта необхідно повернутися до оцінки і порівняння альтернатив у *цілому* – тобто *виконати композицію критеріїв*. Для цього застосовується метод вкладених скалярних згорток. Композиція здійснюється за наступним принципом: скалярні згортки зважених компонентів векторних критеріїв нижчого рівня слугують компонентами векторних критеріїв вищого рівня. Скалярна згортка критеріїв, отримана на найвищому рівні, стає вираженням для оцінки ефективності всієї ієрархічної системи (об'єкта, альтернативи) в цілому.

Більшість багатокритеріальних задач може бути представлена 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.

1.1.4. Модель інтеграції онтології, методу аналізу ієрархій та візуалізації на графах

У зв'язку з ієрархічністю представлення багатокритеріальної задачі вибору альтернатив підхід до її розв'язування при прийнятті рішень повинен задовольняти наступним вимогам:

- 1) застосовувати концепцію «векторного» підходу до оцінки альтернатив. При цьому бажано, щоб глибина декомпозиції (ієрархії)

властивостей (характеристик, критеріїв) альтернатив приводила до досягнення їх кількісних значень;

2) 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. Це досягається шляхом їх контролю та підвищенням об'єктивності формування векторів характеристик на основі представлення відповідної ПдО у вигляді певної моделі даних;

3) 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 застосування МАІ в задачах оцінювання оборонних спроможностей необхідно:

1) по-перше, визначити попередній перелік спроможностей (тобто альтернатив, серед яких буде здійснюватися вибір) для виконання поставленого завдання;

2) далі побудувати домінуючу ієрархію критеріїв – тих властивостей носіїв спроможностей, які суттєво впливають на виконання цього завдання;

3) провести експертами парні порівняння альтернатив з виставленням оцінок переваги однієї альтернативи над іншою за кожним критерієм за спеціальною шкалою Т. Сааті;

4) узагальнити ці оцінки з використанням скалярної (лінійної) згортки з урахуванням значимості (ваги) критеріїв та, можливо, компетентності (ваги) експертів. Це дозволить отримати сумарні оцінки (рейтинг) по кожній альтернативі і, таким чином, здійснити їх ранжування.

Для забезпечення якісного 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 або набори об'єктів (елементів системи або понять).

Як відомо, в загальному випадку онтологія предметної області формально представляється впорядкованою трійкою $O = \langle X, R, F \rangle$, де X – множина концептів (понять, термінів) предметної області (спроможностей, носіїв спроможностей, ресурсів, сценаріїв), R – множина відношень та властивостей між ними (критеріїв), 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 повної онтології – 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. Це 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 ОТ описується як:

$$OT = \langle X, R, F, Z(D, L) \rangle, \quad (1.1)$$

де, додатково:

Z – 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 (наприклад, технічних характеристик);

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.

Онтологічна модель може використовувати у своєму складі фреймові моделі.

Онтологічну систему оборонного планування на основі спроможностей можна передусім представити низкою таксономій, що описують складові планування сил за характеристиками їх 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.

При формуванні онтологій в операційному середовищі прийняття рішень будемо визначати множину обмежень L як таку, що дозволяє виділити з множини концептів X підмножину допустимих концептів B ,

з яких формуються підмножини $B_k = \{x_{ij}^{(k)}\} | L$, що можуть пересікатися, які будемо називати множиною характеристик альтернатив (рис. 1.6).

Усі елементи x_{ij} кожної множини B_k повинні мати властивість певної переваги, що дозволяє на етапах розв'язання задач підтримки рішень здійснити вибір необхідної тавтології (онтологічної рівності). Тобто у таких задачах множина обмежень допускає побудувати

множину альтернативних концептів на основі визначення таксономічної структури онтології.

Властивості об'єктів онтології можуть бути використані як критерії, відповідно з якими експерти можуть вибирати ту або іншу альтернативу із множини можливих альтернатив.

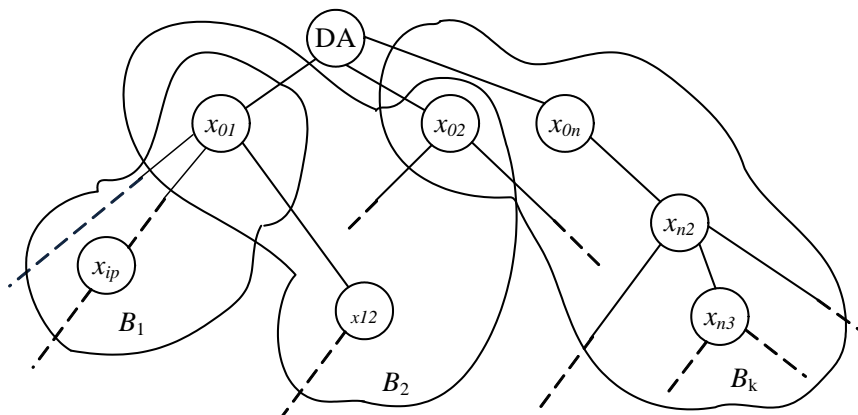


Рис. 1.6. Загальна схема формування вектору критеріїв вибору альтернатив з використанням онтологічних даних: (DA – domain array (ПдО), x_{ij} – концепти онтології, B_k – вектор критеріїв)

Атрибутивні описи (властивості) критеріїв можуть бути представлені 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. Ці функції будуються за допомогою гіпервідношень над концептами таксономічної структури онтології та їх властивостями.

Переходячи до МАІ необхідно зазначити, що в цьому методі ієрархічна структура проблеми вибору альтернатив уявляє графічне

представлення у вигляді перевернутого дерева. В цій структурі кожен елемент, за винятком самого верхнього, залежить від одного або більше елементів, розташованих вище. Використовуючи інформацію з бази даних, побудованої на розглянутій вище онтологічній моделі, така ієрархія може бути сформованою на основі множин B , що формуються з урахуванням множини обмежень L .

Основною процедурою МАІ є парні порівняння альтернатив експертами.

Суттєвою проблемою, що часто виникає при застосуванні парних порівнянь, є можлива неузгодженість висловлювань експерта при оцінюванні альтернатив. Позначимо $C_r \succ C_q$, якщо альтернатива C_r має загальну перевагу над альтернативою C_q , і $C_r \sim C_q$, якщо вони рівні. Отже можуть виникати ситуації, коли експерт стосовно певного критерію оцінив альтернативи як $(C_r \succ C_q) \& (C_q \succ C_s)$, і в той же час $C_s \succ C_r$. У загальному випадку узгодженість відношень розуміється як кардинальна, коли $f(C_r \succ C_q) * f(C_q \succ C_s) = f(C_r \succ C_s)$, де f – числова функція ступеня переваги, та/або транзитивна, коли якщо $(C_r \succ C_q) \& (C_q \succ C_s)$, тоді обов'язково $C_r \succ C_s$. У МАІ зазвичай після проведення оцінювання визначають кардинальну узгодженість (у повній мірі досягнути якої практично не можливо, навіть якщо у порівняльній шкалі використовувати усі дійсні числа). Для цього визначається головне (максимальне) власне значення λ_{\max} зворотно-симетричної матриці (порівняльної таблиці) $N \times N$, де N – кількість альтернатив, і обчислюється так званий індекс узгодженості: $I_U = (\lambda_{\max} - N)/(N-1)$. Якщо відносна узгодженість (ВУ) як відношення I_U до середнього випадкового індексу матриці того ж порядку перевищує 10-15%, рекомендується переглянути висловлювання експерта.

При застосуванні МАІ кількість розрахункових таблиць, що залежить від кількості альтернатив, характеристик та експертів, зазвичай, виявляється достатньо значною. Особливо це пов'язане з повторними обчисленнями у разі значної кардинальної неузгодженості. Крім того, в МАІ транзитивна узгодженість не перевіряється. Тому для забезпечення наочності в опрацюванні таблиць та підтримки

узгодженості пропонується візуалізувати процес парних порівнянь у вигляді орієнтованого графу з синхронним заповненням порівняльних таблиць. При цьому відбувається контроль забезпечення транзитивності.

Вершини вказаного графу будуть відповідати альтернативам, а ребро зі стрілкою – дуга (C_r, C_q), яка буде йти з вершини C_r до вершини C_q , якщо $C_r > C_q$. Оскільки здійснюється попарне порівняння усіх відібраних альтернатив, то наприкінці процедури заповнення таблиці усі вершини будуть з'єднані дугами. Отриманий граф буде повним орієнтованим графом, який в теорії графів йменується турніром [43]. За алгоритмом на першому та другому кроках проводяться два порівняння та намальовуються відповідні вершини та дуги. Якщо оцінки рівні – то з об'єднаним іменем (наприклад, C_r/C_q). Далі після кожного кроку перевіряється: якщо є дуга (C_r, C_q) і є дуга (C_q, C_s), тоді додається дуга (C_r, C_s). Тобто таким чином виконується так зване транзитивне замкнення графу [44] – замикаються усі такі трикутники (рис. 1.7). Цю операцію можливо виконати, наприклад, за допомогою нескладного алгоритму Флойда-Уоршола, згідно з яким здійснюється ряд диз'юнкцій над рядками матриці суміжності орієнтованого графу [45].

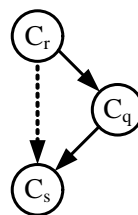


Рис. 1.7.
Ілюстрація
процесу
транзитивного
замкнення
графу

Таким чином, загальну схему, що відображає сутність інтеграційного методу, що пропонується, можна представити на рис. 1.8.

Суперечливості результатів порівнянь в МАІ часто виникають через суб'єктивні погляди, недостачі знань і помилок експертів, впливу на експертів різних чинників та властивостей оцінюваних альтернатив. Для запобігання випадків неузгодженості матриць якимсь чином необхідно «скеровувати» експертів у певному напрямку, щоб не допускати крайнього суб'єктивізму. У якості такого засобу власне й має стати побудована онтологія ПдО, яка повинна чітко визначати усі

характеристики критеріїв вибору. Постійне звернення експертів до онтологічної бази є основою для обґрунтування прийнятих експертом оцінок.

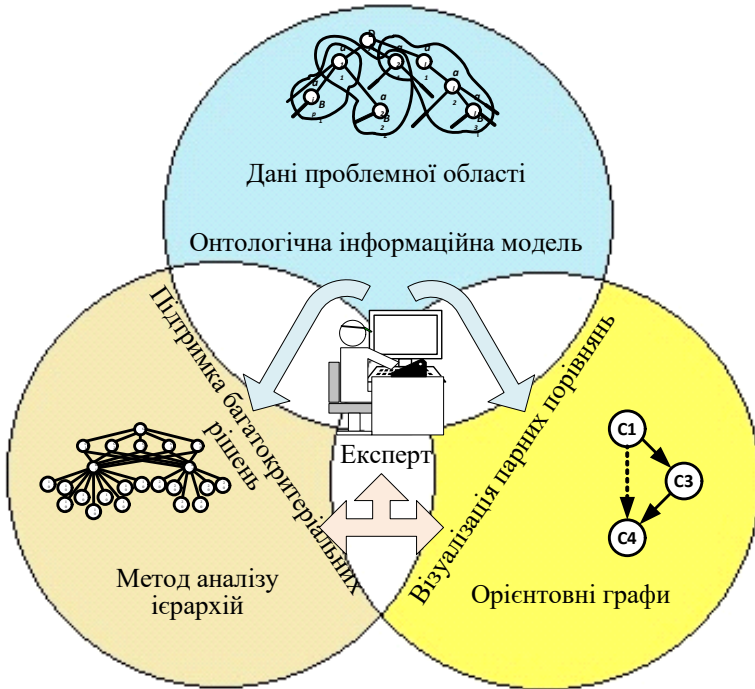


Рис. 1.8. Сутність інтеграційного методу

Саме онтологічна модель надає можливість групі експертів взаємодіяти між собою з метою вирішення завдання, модифікувати свої погляди і, як результат, раціонально формувати власні міркування. Водночас ця база є й інструментом проведення, за необхідності, аудиту дій експертів.

1.2. Формалізований опис методу прийняття рішення щодо вибору альтернатив на базі схвального голосування

1.2.1. Основні підходи для оцінки та вибору альтернатив

Враховуючи специфіку формування складу експертних груп для визначення, оцінювання та вибору альтернативних варіантів спроможностей/носіїв спроможностей в оборонному плануванні, як вже зазначалось вище, вкрай важливим є надання цим групам достатньо простих і в той же час науково-обґрунтованих методів визначення спроможностей та їх оцінювання, що дозволить експертам приймати рішення щодо вибору найбільш прийнятних для виконання певних завдань спроможностей або інших складових оборонного планування за простою уніфікованою процедурою.

Для оцінки та вибору альтернатив застосовують, як правило, два основних способи. При першому – альтернативи порівнюються і оцінюються в цілому, як неподільні об'єкти. При другому – спочатку визначаються властивості (вектор характеристик) об'єктів, важливі для здійснення вибору, потім проводиться порівняння об'єктів за кожною характеристикою, після чого ці оцінки згортаються для визначення узагальнюючої оцінки.

У запропонованому методі перший підхід використовується на етапі формування (визначення) спроможностей/носіїв спроможностей (переліку альтернатив) для вирішення певного завдання, а також для оцінювання цих альтернатив, коли вони являють собою достатньо прості об'єкти, і вибору серед них «найкращої» (найбільш прийнятної) для цього завдання. Для оцінювання і вибору складних об'єктів (альтернатив) використовується другий підхід, який враховує окремі властивості (характеристики) об'єктів.

В основу процедури експертного формування і оцінювання альтернатив покладено принцип індивідуально-колективної роботи експертів, коли формується група експертів, і кожен експерт може як надавати свої пропозиції альтернатив щодо включення до множини альтернатив, так і брати участь у процесі удосконалення пропозицій альтернатив інших експертів з наступним їх оцінюванням для визначення відранжованої підмножини (переліку) альтернатив, найбільш прийнятних для вирішення певного завдання, серед яких на першому місці буде найпереважніша альтернатива.

1.2.2. Аналіз методів голосування та прийняття рішень в експертних групах

Найбільш розповсюдженим способом прийняття колективного рішення, зокрема, в експертних групах, які створюються для вирішення деяких спеціалізованих питань, є голосування. Правильний вибір процедури голосування сприяє знаходженню узгодженого 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 є складні і витончені способи прийняття рішення або узгодження інтересів. Хоча на практиці використовуються лише кілька стандартних процедур, в дійсності описано в літературі і використовується в світі 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) розділити всі варіанти на три типи: «згоден», «не згоден», «утримуюся»;

3) впорядкувати всі варіанти, наприклад, розташувати їх в порядку переваги без права (або з правом) вказувати однаково кращі варіанти, розбити 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, керівником експертної групи.

Для застосування процедури/процедур голосування для визначення спроможностей/носіїв спроможностей проаналізовані наведені нижче методи вибору альтернатив:

- метод відносної більшості [46];
- метод схвального голосування [46];
- метод Борда [47];
- метод Кондорсе [47];
- метод аналізу ієрархій [48].

За методом відносної більшості кожен експерт вибирає найбільш

відповідну (найпереважнішу) для себе альтернативу з переліку альтернатив. Найпереважнішою для групи експертів стає альтернатива, яке є найбільш прийнятною для найбільшої кількості експертів, тобто та альтернатива, яка набрала більше голосів, ніж інші альтернативи.

За методом схвального голосування кожен експерт має зазначити, проти якої з альтернатив з переліку альтернатив він не заперечує, причому число таких альтернатив для кожного експерта не обмежується. Після цього для кожної альтернативи підраховується, скільки експертів включили її у свій вибір. Найпереважнішою для групи експертів стає альтернатива, яке набирає найбільшу кількість голосів.

За методом Борда кожен експерт оголошує свої переваги, ранжуючи (упорядковуючи) альтернативи у порядку їх переваги (байдужість забороняється). За зайняте у кожному індивідуальному ранжуванні місце альтернативі приписується кількість балів, рівна кількості альтернатив, яку він переважає в ранжуванні, тобто альтернатива не отримує балів за останнє місце, отримує один бал за передостаннє і так далі. Перемагає альтернатива з найбільшою сумою балів по усіх експертних ранжуваннях.

За методом Кондорсе кожний експерт об'являє свої переваги, ранжуючи альтернативи у порядку їх переваги (байдужість забороняється). Для визначення переможця здійснюється попарне порівняння всіх альтернатив. Переможцем стає та альтернатива, яка за більшістю голосів експертів є кращою над будь-якою іншою альтернативою при попарному порівнянні, тобто альтернатива a стає найпереважнішою, якщо для кожної іншої альтернативи b кількість експертів, які вважають a кращою ніж b більше тих, хто вважає b кращою a . Однак такого переможця може не бути (з ймовірністю, наприклад, 15% для 4 формулювань та 10 експертів). У цьому випадку можна застосувати правило Копленда, згідно якого перемагає альтернатива, яке має більше перемог в попарних дуелях.

Приклад, який характеризує неоднозначність голосування/вибору за різними методами, наведений на рис. 1.9.

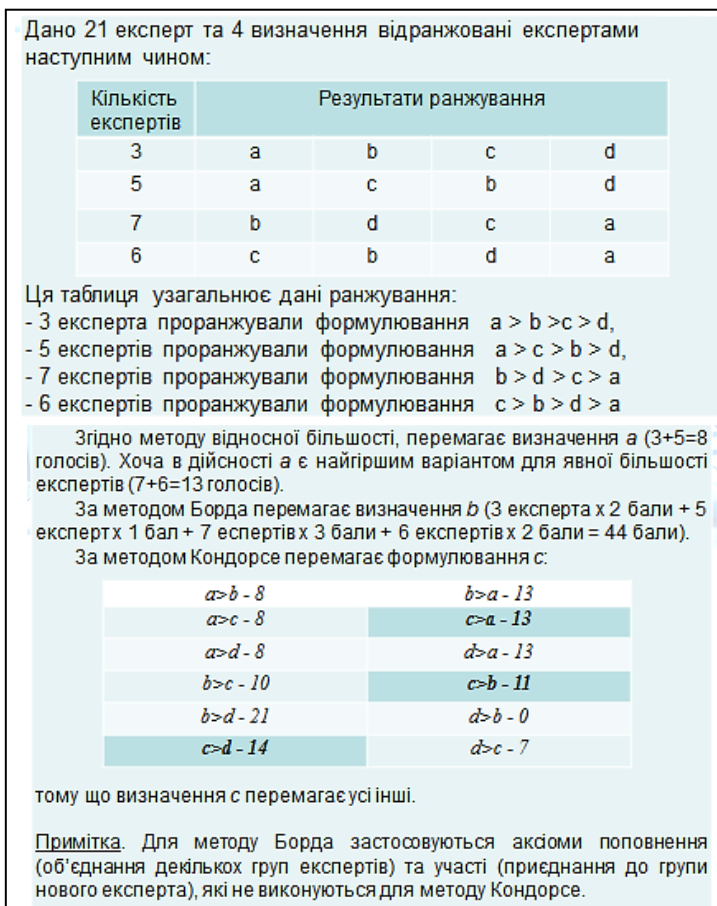


Рис. 1.9. Приклад неоднозначності голосування/вибору за різними методами

За методом аналізу ієрархій, який розробив американський математик Томас Сааті, проводяться парні порівняння усіх альтернатив з виставленням якісної оцінки переваги однієї альтернативи над іншою згідно з запропонованою Т. Сааті лінгвістичною шкалою. Після чого ці оцінки у кількісному вираженні узагальнюються за алгоритмом згортки, що дозволяє отримати інтегровану кількісну оцінку по кожній альтернативі i , тим самим, визначити «найкращу» серед них.

З урахуванням зазначеної вище вимоги спрощення для експертів процесу формування (визначення) спроможностей/носіїв спроможностей (переліку альтернатив), а також оцінювання цих альтернатив і вибору найбільш прийнятної для вирішення певного завдання, коли ці альтернативи являють собою достатньо прості об'єкти, за базовий метод обрано метод схвального голосування (з модифікацією), за яким кожний експерт має право підтримати одну або декілька альтернатив, що дозволяє приймати експертам рішення, найближчі до консенсусного, ніж за іншими методами. У якості додаткового методу, якщо за базовим більш ніж одна альтернатива виявиться найпереважнішою, застосовується метод відносної більшості.

1.2.3. Процедура формування спроможностей, їх оцінки та вибору методом модифікованого схвального голосування

Для вирішення певного завдання процедура формування спроможностей/носіїв спроможностей, їх оцінки та вибору методом модифікованого схвального голосування складається для експертів з наступних етапів:

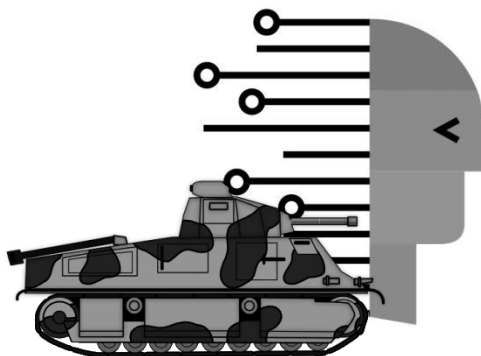
- подання первинних альтернатив;
- подання додаткових (доопрацьованих, скорегованих, удосконалених) варіантів альтернатив;
- оцінювання альтернатив методом модифікованого схвального голосування;
- визначення відранжованого переліку найбільш прийнятних альтернатив, зокрема, найпереважнішої серед них;
- додаткове оцінювання альтернатив з переліку альтернатив, які отримали однакові оцінки, методом відносної більшості (у разі необхідності, з метою отримання строгого упорядкування).

На етапі подання первинних альтернатив для вирішення певного завдання експерти пропонують альтернативні варіанти

спроможностей/носіїв спроможностей для вирішення цього завдання. Запропоновані альтернативи включаються до множини альтернатив і доводяться до відома усіх інших експертів групи. На етапі подання додаткових варіантів альтернатив всі експерти групи мають можливість додати нові альтернативи шляхом корегування, удосконалення первинних альтернатив (без їх вилучення), тим самим залучаючи експертів до більш якісного формулювання альтернатив.

На етапі оцінювання альтернатив методом модифікованого схвального голосування після завершення подання первинних і додаткових альтернатив кожний експерт має право, як у традиційному методі схвального голосування, підтримати одну або декілька (навіть всі) альтернативи без висловлювання думки стосовно інших, але додатково (модифікація) може висловитись проти окремих альтернатив щодо їх включення до переліку найбільш прийнятних альтернатив, як таких що, за його думкою, не можуть бути застосовані для вирішення цього завдання, незважаючи на те, що вони були запропоновані іншими експертами. Якщо більшість експертів висловились «проти» деяких альтернатив, вони виключаються з подальшого розгляду.

На наступному етапі за результатами голосування на множині усіх альтернатив для кожної альтернативи здійснюється підрахунок поставлених експертами оцінок. До переліку (підмножини зазвичай не більше п'яти) альтернатив включаються альтернативи, які набрали найбільшу різницю між сумарними кількостями оцінок «підтримати» та «проти». Після ранжування (упорядкування) цей перелік утворює підмножину найбільш прийнятних альтернатив для вирішення цього завдання. Найпереважнішою вважається альтернатива, яка набрала найбільшу оцінку. Якщо у відібраному переліку є альтернативи, які мають однакові сумарні оцінки, тоді для отримання, в разі необхідності, строгого упорядкування проводиться їх додаткове дооцінювання методом відносної більшості. Якщо і після цього залишаються альтернативи з однаковою кількістю голосів, перевага віддається альтернативі, якій віддав свій голос відповідальний експерт (керівник експертної групи).



РОЗДІЛ 2.

ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ В ПРОЦЕСАХ ОБОРОННОГО ОГЛЯДУ

2.1. Аналіз існуючих даних предметної області

2.1.1. Основні базові кванти (понятійні одиниці) предметної області

Простір рішень ОПОС є складною багатовимірною ієрархічною структурою. Він включає будь-яке поєднання таких базових 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. Крім того, 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.

У зв'язку із цим у якості методичної основи для вирішення проблеми прийняття раціонального рішення щодо розвитку спроможностей Рекомендаціями пропонується застосовувати методи аналізу багатомірних критеріїв та вибору кращих альтернатив. Але, як і 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.

Класифікація спроможностей (*таксономічна модель*) започаткована міністерством оборони США у 2003 році (рис. 2.1).

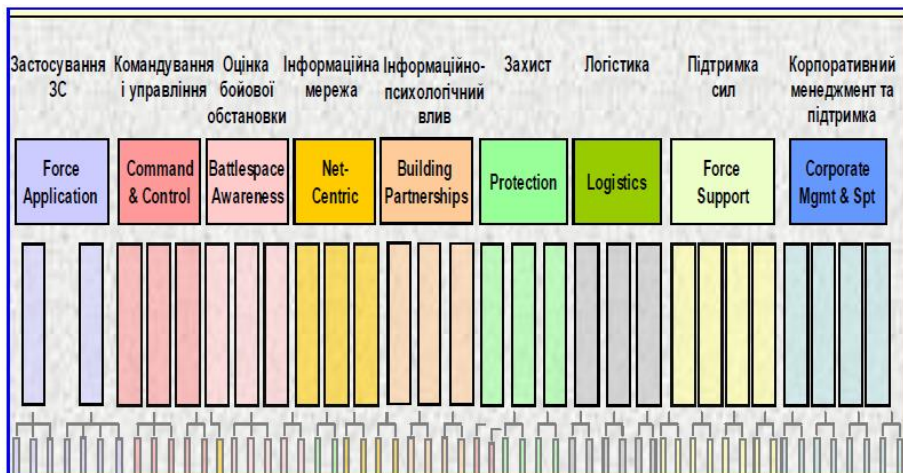


Рис. 2.1. Таксономічна модель спроможності військ (сил) США

За результатами дослідження оборонних спроможностей (*Joint Defense Capabilities Study*) рекомендовано розробити певні їх категорії (*capability categories*). Під *категоріями спроможностей* визначені групи елементів, які забезпечують спільний порядок для усіх учасників

процесу планування. Такий підхід дав змогу порівнювати внесок кожної складової військ (сил), тобто бойовий потенціал, що є важливим для прийняття стратегічних рішень.

Виходячи з досвіду держав – членів НАТО, військові фахівці запропонували формувати стандартний каталог спроможностей типових структур військ (сил) за сімома *категоріями* основних оперативних спроможностей: готовність військ (сил); розвідка; розгортання та мобільність; застосування військ (сил); управління та зв'язок; логістичне забезпечення; живучість та захист військ (сил). *Каталог типових структур військ (сил) та їх спроможностей* – це документ, у якому найбільш повно описуються цільове призначення військових структур та їх завдань, умови виконання цих завдань та наявні сили і засоби цих структур.

Опис спроможностей типових структур у каталозі представляють у вигляді двох фрагментів – опису структури та опису певного зразка озброєння.

Для визначення переліку необхідних спроможностей необхідно визначити завдання у прогнозованих ситуаціях з чіткими цілями і характеристиками їх досягнення, врахувати умови виконання кожного із завдань (стандарти виконання), визначити способи, за якими виконуватиметься кожне із завдань з урахуванням залучення не тільки ЗСУ, а й інших складових сил оборони чи їх підрозділів і засобів. Підхід до визначення спроможності для одного завдання (ситуації), показаний, наприклад, на рис. 2.2, свідчить про те, що процес з визначення переліку необхідних спроможностей військ (сил) є досить трудомістким, і потребує залучення до нього значних інформаційних, інтелектуальних і комп'ютерних (автоматизованих) ресурсів.

2.1.2. Основні онтології предметної області

Важливим елементом сучасних інформаційних систем підтримки прийняття рішень є база знань (БЗ), яка у загальному сенсі представляє предметну область, або світ (*world*), у якому відбуваються процеси прийняття рішення. Зазвичай така БЗ є значною за об'ємом системою

таксономій, що відображають певну ієрархію взаємодії концептів, які задаються за допомогою бінарних відношень.

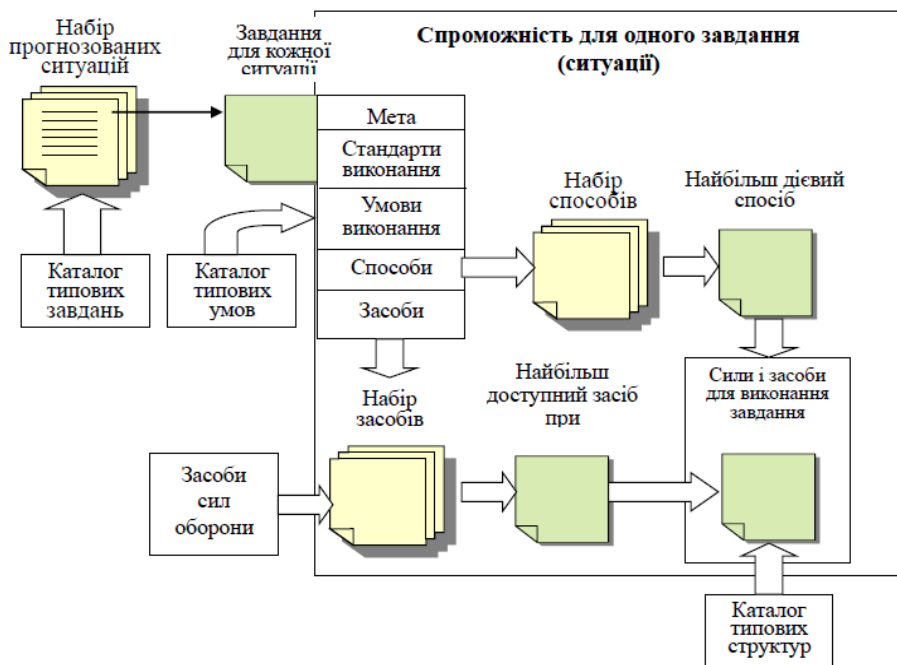


Рис. 2.2. Підхід до визначення спроможності для одного завдання

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, або мета-онтологія) (рис. 2.3). Наступний шар (Core Theories, онтологія ядра, або онтологія верхнього рівня) представляє загальні факти про простір, час і зв'язки, які 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. 2.3. Пірамідальна структура онтологій бази знань

У предметно-орієнтованих онтологіях використовуються конкретні, специфічні для даної ПдО поняття і відношення. Тобто термінологічна база онтологій ПдО формується шляхом конкретизації понять, визначених у мета-онтологіях.

В мета-онтологіях використовуються універсальні поняття і відношення, що стосуються загального напряму аналітичної діяльності в даній предметній області. Ці мета-онтології орієнтовані на створення моделей предметних областей у вигляді «моделей світів» – завершених, взаємопов'язаних і взаємообумовлених систем знань. Проектування онтології верхнього рівня є обов'язковою частиною загального алгоритму розробки баз знань з кожної предметної області.

У зв'язку із цим відповідно до семантики оборонного планування на основі спроможностей онтологічну модель цього світу можна передусім представити низкою таксономій суперкласів — <Class hierarch>, що описують складові планування сил за характеристиками їх спроможностей, а мапа світу оборонного планування на основі спроможностей може бути представленою рис. 2.4.

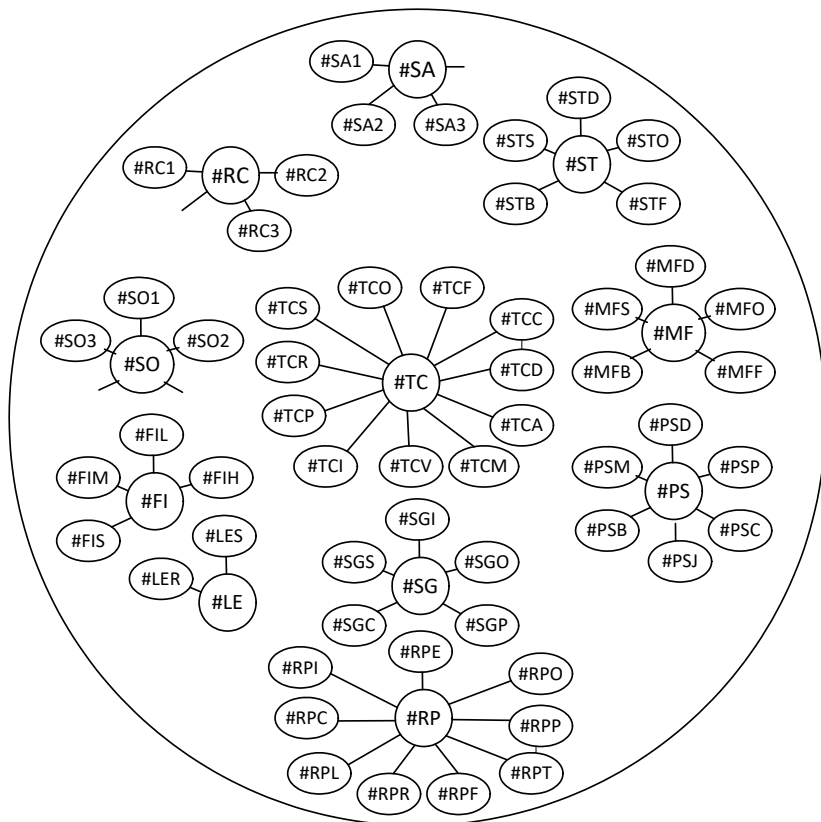


Рис. 2.4. Мапа світу оборонного планування на основі спроможностей

Власне онтологічна модель складається з таких суперкласів:

<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);

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

<SOLDIERY_TASKS> (#ST) – військових завдань, що складається з класів: стратегічне розгоргання (#STD), операції (#STO), бойові дії (#STF), бої (#STB), удари (#STS);

< REQUIREMENTS_CAPABILITIES> (#RC) – вимог до спроможностей, 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.;

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

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

< 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);

< 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);

< 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);

<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 щодо оцінки альтернатив на об'єктивній основі.

З іншого боку, інтегративний характер онтологій в кінцевому підсумку дає виразні можливості для підтримки аналітичної діяльності. Спільний розвиток предметних онтологій з використанням мета-онтології як моделі верхнього рівня означає, що процес інтеграції полягає в імпортуванні онтологій в певне середовище, щоб дозволити їм взаємодіяти одне з одним (рис. 2.5).

Для цього доцільно використовувати загальне онтологічне ядро як середній рівень між мета-онтологією та іншими специфічними онтологіями ПдО. Загальне ядро – це фактично набір онтологій, що пропонує високий рівень термінологічного ресурсу для підтримки використання відповідних онтологій. Ядро може містити набір шаблонів, які можуть бути використані для розширення та формулювання нових онтологій. Повторення шаблонів дозволяє більш просте формування семантичних запитів, тому що дані, відображені в онтологіях, використовують спільні супер-властивості.

Таким чином, для предметної області, що розглядається, мета-онтологія відображає понятійний апарат сфери оборонного огляду сил оборони як головного пріоритету, за результатами якого визначаються нові стратегічні цілі їх розвитку (рис. 2.6).

У свою чергу онтологія ядра представляє процес формування цільових пакетів спроможностей за різними групами (рис. 2.7).

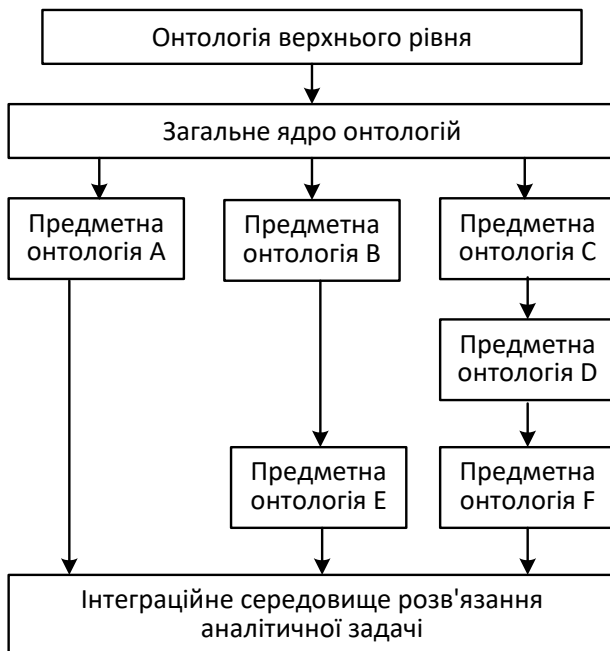


Рис. 2.5. Ієрархія онтологій для забезпечення аналізу предметної області

Виходячи з викладеного можна зазначити, що включення онтологічних моделей до середовища прийняття рішень щодо оцінки спроможностей дозволяє досить ефективно застосовувати різні експертні методи, наприклад, метод аналізу ієрархій як систематичну процедуру для ієрархічного представлення і аналізу елементів, що визначають суть проблеми. При цьому обґрунтованість рішення повністю залежить від коректності і адекватності онтологічної моделі предметної області, а об'єктивність методу забезпечується фіксацією транзитивної погодженості експертних суджень, що виключає суб'єктивізм та підтримує принцип їх безсторонності і справедливості.

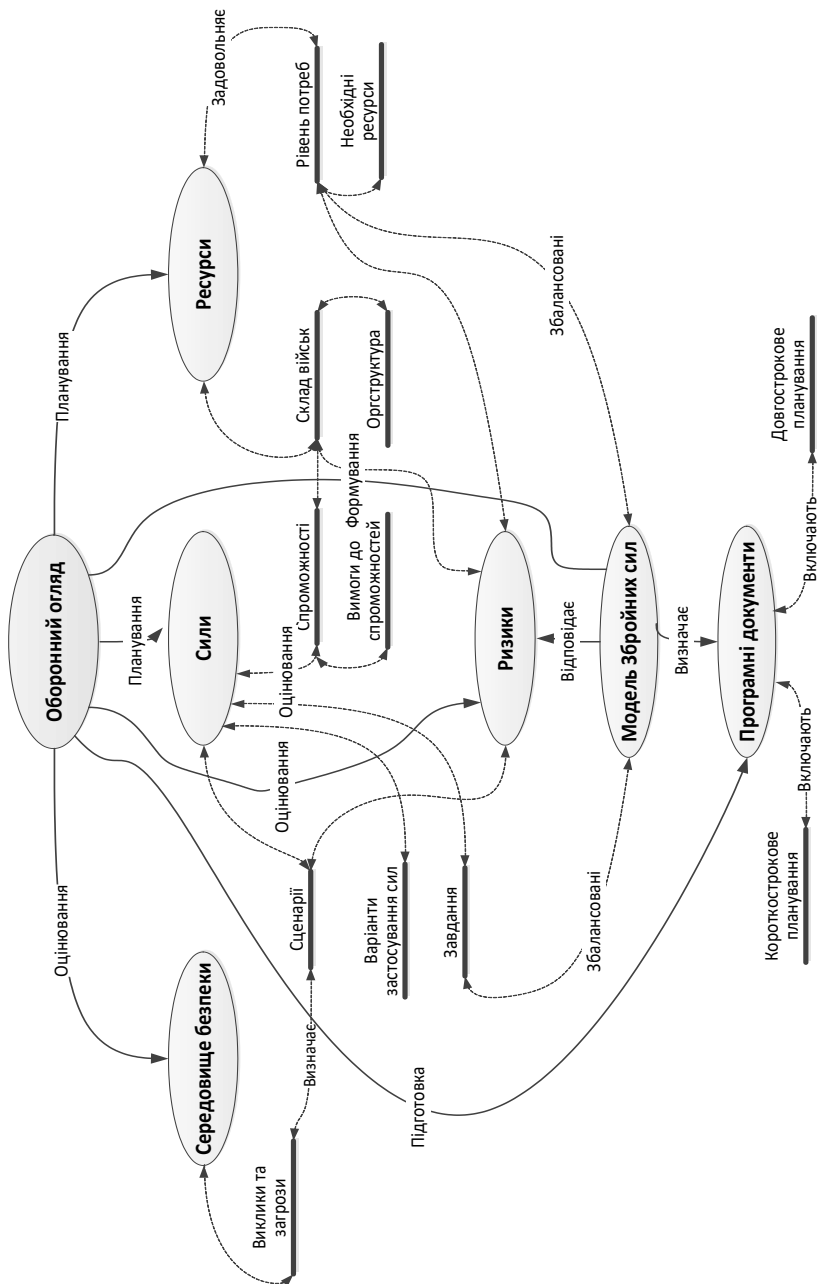


Рис. 2.6. Онтологія представлення оборонного огляду

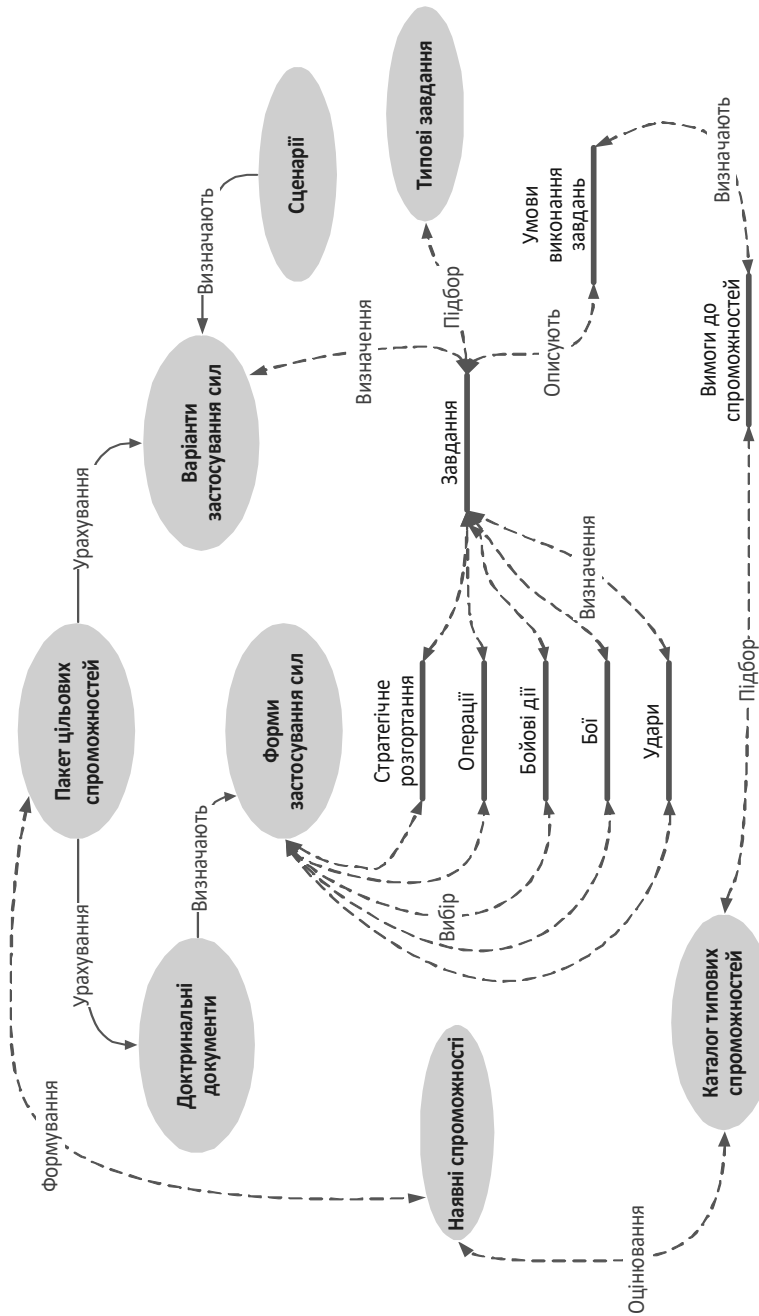


Рис. 2.7. Онтологія ядра

2.1.3. Аналіз існуючих даних на модельних прикладах

Таксономія даних предметної області оцінювання спроможностей в процесах оборонного огляду базується на аналізі існуючих даних, що використовуються в оборонному огляді (плануванні) на основі спроможностей. Розглянемо моделі даних на модельному прикладі таксономії суперкласів (Class hierarch) <Військова інфраструктура> та <Розвідка>.

Суперкласу <Військова інфраструктура> відповідає група № 6 “Забезпечення (Sustain – S)”, яка охоплює спроможності сил оборони щодо:

- логістичного забезпечення (планування; визначення потреби в озброєнні, бойової (військової, спеціальної) техніці, спеціальних і транспортних засобах, матеріально-технічних засобах та послугах);
- проектування, розроблення (модернізація та модифікація) озброєння, військової (спеціальної) техніки та матеріально-технічних засобів, їх закупівлі, постачання зберігання, ремонту, технічного обслуговування, контролю експлуатації (використання);
- реалізації, списання та утилізації надлишкового озброєння, військової (спеціальної) техніки і матеріально-технічних засобів;
- планування та здійснення військових перевезень усіма видами транспорту;
- закупівля робіт і послуг лазневе-прального та торговельно-побутового обслуговування;
- організації харчування;
- розквартирування військ (сил, органів);
- закупівлі або будівництва, технічного обслуговування, експлуатації об’єктів військової інфраструктури та медичного забезпечення.

Згідно з «Переліком спроможностей Міністерства оборони України, Збройних сил України та інших складових сил оборони за функціональними групами» спроможності підгрупи 1S-6 «Інфраструктурне забезпечення» наведено в табл. 2.1.

Спроможності підгрупи 1S-6 «Інфраструктурне забезпечення»

Код спроможності	Назва спроможності
1S-6.1	Планування інфраструктурного забезпечення (1 код спроможності)
1S-6.2	Організація розквартирування військ (сил), будівництва, забезпечення фондами та землями (2 коди спроможності)
1S-6.2.1	Організація обліку, будівництва, забезпечення та використання фондів необхідних для розквартирування військ (сил)
1S-6.2.2	Організація обліку, забезпечення та використання земельних ділянок, необхідних для розквартирування військ (сил)
1S-6.3	Організація утримання та експлуатація фондів військового містечка (об'єктів інфраструктури) (4 коди спроможності)
1S-6.3.1	Організація проведення технічного обслуговування, поточного та капітального ремонту, проведення технічних оглядів казарменно-житлового фонду, комунальних споруд, інженерних мереж та благоустрою територій військових містечок
1S-6.3.2	Організація експлуатації казарменно-житлового фонду, комунальних споруд, інженерних мереж та благоустрою територій військових містечок
1S-6.3.3	Організація забезпечення військ (сил) технікою та майном квартирного постачання IV-го класу постачання, комунальними послугами та енергоносіями
1S-6.3.4	Організація забезпечення розміщення (життєдіяльності) військ (сил) в польових умовах
1S-6.4	Організація будівництва та придбання житла для військовослужбовців та членів їх сімей (1 код спроможності)

Таксономію підгрупи 1S-6 наведено на рис. 2.8. Згідно з «Переліком носіїв спроможностей Міністерства оборони України, Збройних Сил України та інших складових сил оборони за функціональними групами» носії спроможностей підгрупи 2S-6 «Інфраструктурне забезпечення» наведено в табл. 2.2.

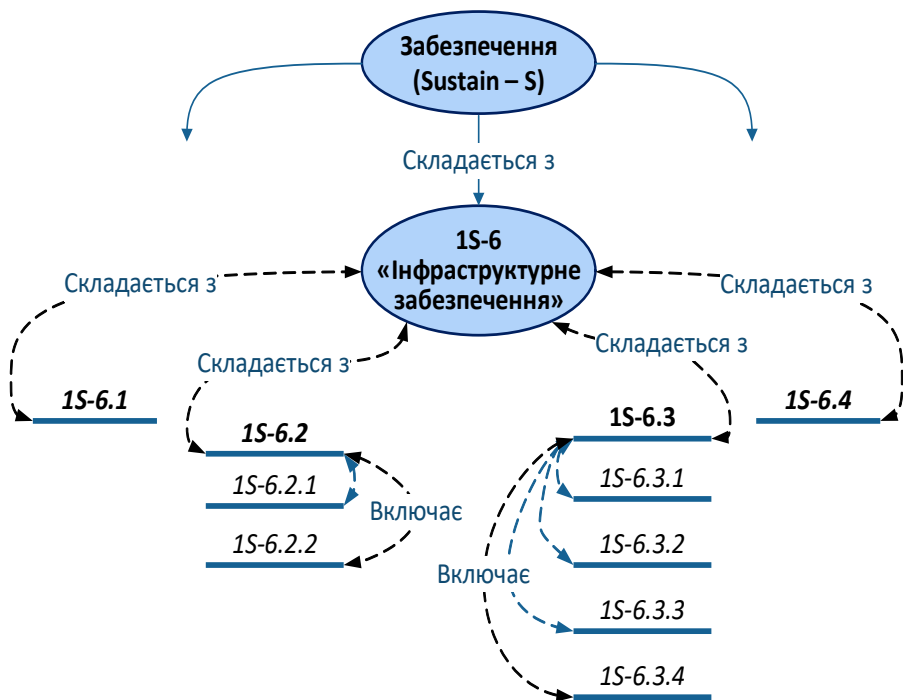


Рис. 2.8. Таксономія підгрупи 1S-6 «Інфраструктурне забезпечення»

Група 4. Розвідка (Intelligence – I) охоплює спроможності сил оборони щодо збору, обробки, аналізу та прогнозування, доведення розвідувальних відомостей. Згідно з «Переліком спроможностей Міністерства оборони України, Збройних сил України та інших складових сил оборони за функціональними групами» спроможності групи 4. «Розвідка» наведено в табл. 2.3.

Носії спроможностей підгрупи 2S-6 «Інфраструктурне забезпечення»

Код носія спроможності	Назва носія спроможності
2S-6.1	Підрозділ інфраструктурного забезпечення
2S-6.1.1	Підрозділ утримання, експлуатації фондів та забезпечення квартирним майном (4 коди носія спроможності)
2S-6.1.1.1	Центральне управління утримання, експлуатації фондів та забезпечення квартирним майном КСЛ ЗСУ
2S-6.1.1.2	Територіальний підрозділ утримання, експлуатації фондів та забезпечення квартирним майном ОК
2S-6.1.1.3	Квартирно-експлуатаційний відділ, який підпорядковані територіальному підрозділу утримання, експлуатації фондів та забезпечення квартирним майном ОК
2S-6.1.1.4	Квартирно-експлуатаційна частина, яка підпорядкована територіальному підрозділу утримання, експлуатації фондів та забезпечення квартирним майном ОК
2S-6.1.2	<i>Підрозділ капітального будівництва, реконструкції та розквартирування (2 коди носія спроможності)</i>
2S-6.1.2.1	Головне управління капітального будівництва, реконструкції та розквартирування військ МОУ
2S-6.1.2.2	Управління капітального будівництва та розквартирування військ (сил) ГКЕУ ЗСУ (сформовані за рахунок відповідних структур зі складу Територіальних КЕУ)
2S-6.2	Підрозділ організації інженерно-аеродромного забезпечення
2S-6.2.1	Управління (1 код носія спроможності)
2S-6.2.1.1	Інженерно-аеродромне управління Тилу Логістики КПС ЗСУ
2S-6.2.2	Служба (1 код носія спроможності)
2S-6.2.2.1	Інженерно-аеродромна служба Тилу Логістики ПвК

Таблиця 2.3

Спроможності групи 4 «Розвідка»

Код спроможності	Назва спроможності
II-1	ЗДІЙСНЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОВУ ТА ВІЙСЬК
II-1.1	Планування та організація розвідки, аналіз отриманих даних
II-1.2	Збір, обробка та доведення поточної інформації (відомостей)
II-2	ДОБУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ (ВІДОМОСТЕЙ)
II-2.1	Ведення повітряної розвідки (2 коди спроможності)
II-2.1.1	Ведення повітряної розвідки пілотованими літальними апаратами
II-2.1.2	Ведення повітряної розвідки безпілотними літальними комплексами (апаратами)
II-2.2	Ведення наземної розвідки(3 коди спроможності)
II-2.2.1	Ведення спеціальної розвідки
II-2.2.2	Ведення військової розвідки
II-2.2.3	Ведення артилерійської розвідки
II-2.3	Ведення морської розвідки
II-2.3.1	Ведення розвідки розвідувальними кораблями
II-2.4	Ведення радіоелектронної розвідки (2 коди спроможності)
II-2.4.1	Перехоплення та пеленгування радіовипромінювань
II-2.4.2	Добування радіолокаційної інформації
II-2.5	Ведення розвідки з використанням людських джерел (перспективна) (2 коди спроможності)
II-2.5.1	Тактична особова розвідка (перспективна)
II-2.5.2	Розвідка з відкритих джерел (перспективна)

Таксономію групи 4. «Розвідка» наведено на рис. 2.9. Згідно з «Переліком носіїв спроможностей Міністерства оборони України,

Збройних сил України та інших складових сил оборони за функціональними групами» носії спроможностей групи 4 «Розвідка» наведено в табл. 2.4. Таксономію спроможностей та носіїв спроможностей групи 4 «Розвідка» наведено на рис. 2.10.

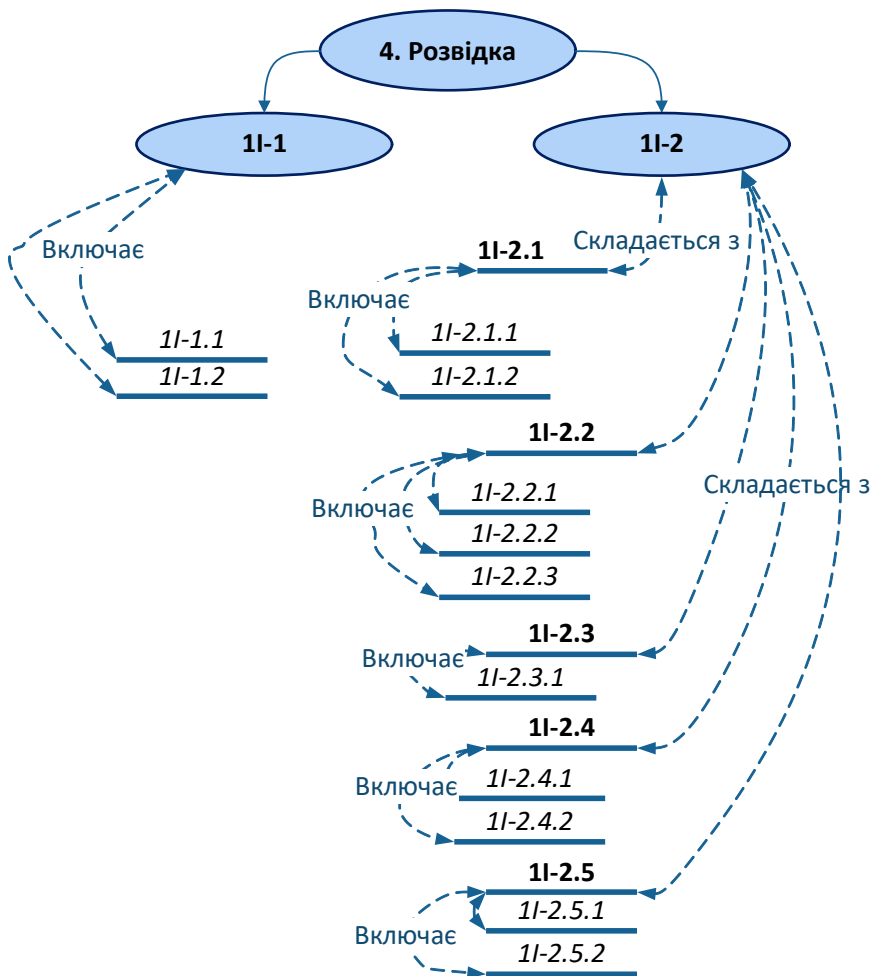


Рис. 2.9. Таксономія групи 4 «Розвідка»

Таблиця 2.4

Носії спроможностей групи 4. Розвідка

Код носія спроможності	Назва носія спроможності
2I-1	ЗДІЙСНЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОВУ ТА ВІЙСЬК
2I-1.1	Військова частина (підрозділ) планування та організації розвідки, аналізу отриманих даних (13 кодів носія спроможності)
2I-1.1.1	J2
2I-1.1.2	Центр розвідки Об'єднаного оперативного штабу ЗС України
2I-1.1.3	Розвідувальне управління штабу Командування СВ ЗС України
2I-1.1.4	Управління розвідки штабу оперативного командування СВ ЗС України
2I-1.1.5	Відділ розвідки штабу Корпусу резерву
2I-1.1.6	Розвідувальне управління штабу Командування ПС ЗС України
2I-1.1.7	Група розвідки ПвК ПС ЗС України
2I-1.1.8	Розвідувальне управління штабу Командування ВМС ЗС України
2I-1.1.9	Відділ розвідки Морського командування ВМС ЗС України
2I-1.1.10	Відділ розвідки Командування морської піхоти ВМС ЗС України
2I-1.1.11	Управління розвідки штабу Командування ДШВ ЗС України
2I-1.1.12	Розвідувальне управління штабу Командування ССПО ЗС України
2I-1.1.13	Відділення розвідки на рівні бригади
2I-1.2	Військова частина (підрозділ) збору, обробки та доведення поточної інформації (відомостей) (6 кодів носія спроможностей)
2I-1.2.1	Центр управління розвідки Об'єднаного оперативного штабу ЗС України
2I-1.2.2	Командно-розвідувальний пункт Командування СВ ЗС України

2. ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Продовження табл. 2.4

Код спроможності	Назва спроможності
2I-1.2.3	Командно-розвідувальний центр оперативного командування СВ ЗС України
2I-1.2.4	Командно-розвідувальний пункт Корпусу резерву
2I-1.2.5	Командно-розвідувальний центр Повітряних Сил ЗС України
2I-1.2.6	Командно-розвідувальний центр Військово-Морських Сил ЗС України
2I-2	ДОБУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ (ВІДОМОСТЕЙ)
2I-2.1	Ведення повітряної розвідки (15 кодів носіїв спроможностей)
	Військова частина (підрозділ) повітряної розвідки пілотованими та безпілотними літальними апаратами (комплексами)
2I-2.1.1	Розвідувальна авіаційна ескадрилья
2I-2.1.2	Авіаційна ескадрилья
2I-2.1.3	Військова частина ДКЛА
2I-2.1.4	Рота БпАК орб
2I-2.1.5	Відділення БпАК бригади
	Засіб ведення повітряної розвідки пілотованими та безпілотними літальними апаратами (комплексами)
2I-2.1.6	Літак-розвідник Су-24МР
2I-2.1.7	Літак-розвідник Ан-30Б
2I-2.1.8	Оперативний БпАК (ВР-2 “Стриж”)
2I-2.1.9	Оперативний БпАК (“Байрактар ТБ2”)
2I-2.1.10	Тактичний БпАК (ВР-3 “Рейс”)
2I-2.1.11	Тактичний БпАК (“PD-1”)
2I-2.1.12	Тактичний БпАК (“Лелека-100”)
2I-2.1.13	Тактичний БпАК поля бою (А1-С/А1-СМ “ФУРІЯ”)
2I-2.1.14	Тактичний БпАК поля бою “SPARROW”
2I-2.1.15	Тактичний БпАК поля бою RQ-11 “Raven”
2I-2.2	Ведення наземної розвідки (16 кодів носіїв спроможностей)
	Військова частина (підрозділ) спеціальної розвідки
2I-2.2.1	Військова частина спеціального призначення ССПО

Код спроможності	Назва спроможності
2I-2.2.2	Підрозділ спеціальної розвідки ОК СВ (перспективний)
	Військова частина (підрозділ) військової розвідки
2I-2.2.3	Окремий розвідувальний батальйон
2I-2.2.4	Розвідувальна рота бригади
	Засіб ведення військової розвідки
2I-2.2.5	Бойова розвідувальна машина БРМ-1К
2I-2.2.6	Переносна станція наземної розвідки ПСНР-5К
2I-2.2.7	Розвідувально-сигналізаційна апаратура 1К18 “Реалія-У”
2I-2.2.8	Радіолокаційна станція 112L1 “Барсук”
	Підрозділ артилерійської розвідки
2I-2.2.9	Дивізіон артилерійської розвідки (оабр, абр, реап)
2I-2.2.10	Взвод артилерійської розвідки БУіАР бригади
	Засіб ведення артилерійської розвідки
2I-2.2.11	Радіолокаційна станція контрбатареїної боротьби АРК-1 “Рись”.
2I-2.2.12	Радіолокаційна станція контрбатареїної боротьби (АН/ТРQ 36)
2I-2.2.13	Радіолокаційна станція контрбатареїної боротьби (АН/ТРQ 48А, 49)
2I-2.2.14	Радіолокаційна станція наземної розвідки СНАР-10 “Леопард”
2I-2.2.15	Автоматизований комплекс звукометричної дії АЗК-7
2I-2.2.16	Рухомий розвідувальний пункт ПРП-4 (на базі БМП-1)
2I-2.3	Ведення морської розвідки
2I-2.3.1	Розвідувальний корабель (срзк, мрзк)
2I-2.4	Ведення радіоелектронної розвідки (26 кодів носіїв спроможностей)
	Військова частина (підрозділ) перехоплення та пеленгування радіовипромінювань)
2I-2.4.1	Регіональний центр РЕР (СВ)
2I-2.4.2	Центр РЕР (ВМС)
2I-2.4.3	Військова частина РіРТРОсП (ПС)
2I-2.4.4	Рота (відділення) РЕР орб

2. ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Продовження табл. 2.4

Код спроможності	Назва спроможності
	Засіб ведення перехоплення та пеленгування радіовипромінювань
2I-2.4.5	Радіоприймальний пристрій (“Зірка”)
2I-2.4.6	Радіоприймальний пристрій (“Сопрано М”)
2I-2.4.7	Радіоприймальний пристрій (“Восход”)
2I-2.4.8	Радіоприймальний пристрій (“UNIDEN BCD 996XT”)
2I-2.4.9	Станція РТР типу “Кольчуга-М”
2I-2.4.10	Радіопеленгатор (Р-677 “Сектор”)
2I-2.4.11	Радіопеленгатор (“Пластун-РП”)
	Військова частина (підрозділ) добування радіолокаційної інформації
2I-2.4.12	Радіотехнічна бригада
2I-2.4.13	Радіотехнічний батальйон
2I-2.4.14	Окрема радіолокаційна рота
2I-2.4.15	Окремий радіолокаційний взвод
	Засіб добування радіолокаційної інформації
2I-2.4.16	Радіолокаційна станція метрового діапазону (5Н84)
2I-2.4.17	Радіолокаційна станція метрового діапазону (П-18)
2I-2.4.18	Радіолокаційна станція метрового діапазону (55Ж6) “Небо”.
2I-2.4.19	Радіолокаційна станція дециметрового діапазону П-19
2I-2.4.20	Радіолокаційна станція сантиметрового діапазону (П-37)
2I-2.4.21	Радіолокаційна станція сантиметрового діапазону (19Ж6)
2I-2.4.22	Радіолокаційна станція сантиметрового діапазону (35Д6)
2I-2.4.23	Радіолокаційна станція сантиметрового діапазону (79К6)
2I-2.4.24	Радіовисотоміри (РРВ-13)
2I-2.4.25	Радіовисотоміри (РРВ-16)
2I-2.4.26	Радіовисотоміри (РРВ-17)

2.1. Аналіз існуючих даних предметної області

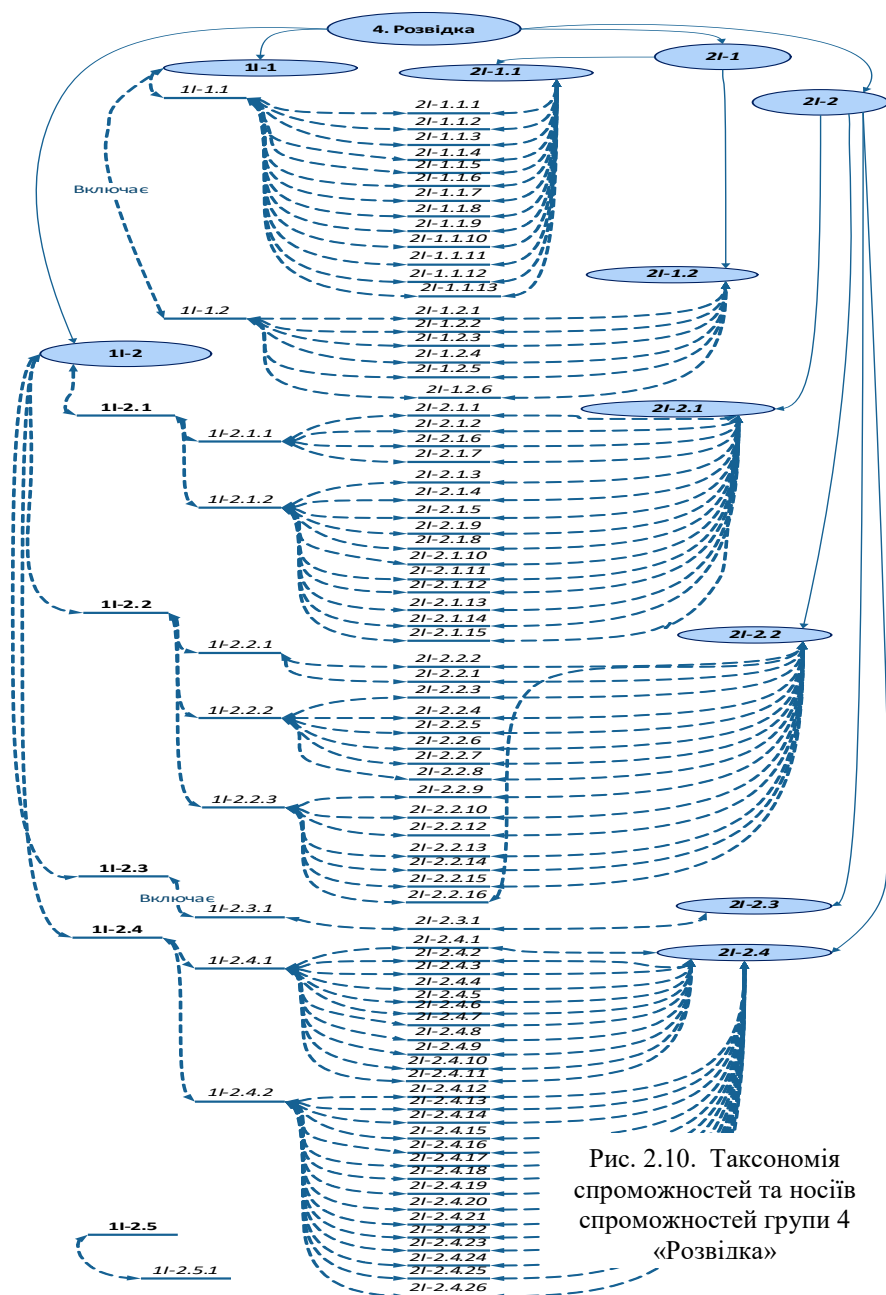


Рис. 2.10. Таксономія спроможностей та носіїв спроможностей групи 4 «Розвідка»

2.2. Фрейми з описами узагальнених родових понять

2.2.1. Поняття фрейму

Термін *фрейм* (*frame* – каркас, рамка) був запропонований М. Мінським у 70-х роках ХХ-го століття для позначення структури знань, зв'язаних з просторовими сценами. Так само, як і семантична мережа, ця модель має психологічне обґрунтування. В психології і філософії відоме поняття абстрактного образу. Фрейм – це абстрактний образ для представлення деякого стереотипу мислення. Фреймом називають також формалізовану модель для відображення образу. Фрейм – це структура даних, призначена для системно-структурного опису предметної області (події, явища, ситуації і т.ін.).

Фрейм містить на підставі семантичних ознак порожні рольові позиції (слоти), які після заповнення конкретними даними перетворюють фрейм у носій конкретного знання про предметну область.

Система зв'язаних фреймів може являти собою семантичну мережу. Тоді фрейм можна розглядати як фрагмент семантичної мережі, змістовно виражений структурою даних із приєднаними процедурами обробки цих даних, призначений для опису об'єкта (ситуації) проблемного середовища з усією сукупністю притаманних йому властивостей.

Основна ідея фреймового підходу до подання знань полягає у більш чіткому, ніж при підході, заснованому на семантичній мережі, виділенні об'єктів і ситуацій проблемного середовища й їхніх властивостей.

Фреймова структура описує узагальнене, родове поняття, тобто групу (клас) однотипних об'єктів з однаковими характеристиками, поданими відповідними слотами фрейму. Важливою властивістю

фреймових моделей є наявність приєднаних процедур, які можна розглядати як окремі слоти, що виконують ті чи інші дії.

Семантичні мережі та фрейми орієнтовані на структурування знань, чим принципово відрізняються від логічних і продукційних моделей, центральне місце в яких займають процедури дедуктивного виведення. Семантичні мережі основний акцент роблять на описуванні різноманітних зв'язків між інформаційними одиницями, а фреймові моделі – на відношеннях узагальнення та агрегації. Концептуальні граfi і семантичні мережі становлять граfiчну версію числення предикатів. Фрейми як об'єктне відображення інформації про ПдО можна отримати як з логічного подання, так і з мережі [49].

На сучасному етапі фреймові моделі та семантичні мережі розглядають, як правило, у спільному контексті. З одного боку, ніщо не заважає розглядати вузли семантичної мережі як фрейми з власною внутрішньою структурою. З іншого боку, можна вводити різноманітні зв'язки між слотами фреймів, тоді фрейм набуває ознак семантичної мережі. В цілому фрейми використовуються для описування в БЗ загальної таксономічної структури ПдО.

Основними перевагами фреймів як моделі представлення знань є те, що вони відображають концептуальну основу організації пам'яті людини, а також їх гнучкість і наочність. Недоліками фреймів є ускладнення керування завершеністю і сталістю цілісного образу.

Представлення знань у вигляді фреймових моделей є ефективним для структурного опису складних понять і розв'язання задач, у яких відповідно до ситуації бажано застосовувати різні способи виведення [50].

Фреймові моделі складаються з:

- *фрейми-зразки (прототипи, протофрейми, інтенціонал)*, в яких значення слотів відсутні;
- *фрейми-екземпляри*, які створюються для відображення реальних ситуацій на основі фактичних даних.

У фреймових системах відбуваються два основних процеси:

1) створення екземпляру фрейму з придатного фрейму-зразка шляхом заповнення значень слотів необхідною інформацією;

2) активація фреймів процесом аналізу ситуацій та прийняття рішень.

Існуючі види фреймів наведено на рис. 2.11.



Рис. 2.11. Види фреймів

Структура фрейму складається з “отворів” (або “слоти” – *slots*) – це значення деяких атрибутів (незаповнені або заповнені):

(ІМ'Я ФРЕЙМУ:

(ім'я 1-го слоту: значення 1-го слоту),

(ім'я 2-го слоту: значення 2-го слоту),

...

(ім'я N -го слоту: значення N -го слоту)).

Слот (валентність) – це складова частина фрейму, яка може бути заповнена елементом даних конкретного типу для фіксації знань про об'єкт, якому відведено даний фрейм. Іншими словами слот – це атрибут, зв'язаний з вузлом у системі, заснований на фреймах. Кожний фрейм складається з довільного числа слотів.

Ім'я слоту – унікальний ідентифікатор слоту у фреймі, до якого він належить. Ім'я слоту в деяких випадках може бути службовим та

вказувати на зміст фрейму, наприклад, на успадкування, на користувача, на дату фрейму, або містити коментар.

Фрейм можна подати у вигляді таблиці, дерева, формули. Найбільш зручно подавати фрейми у вигляді таблиці:

Ім'я фрейму					
Ім'я слота	Показчик спадкування	Показчик типу	Значення слота	Приднана процедура	
				Слуга	Демон
слот 1					
слот 2					
.....					
слот N					

Математично фрейм подається у вигляді

$$\Phi = [\langle v_1, \gamma_1 \rangle, \langle v_2, \gamma_2 \rangle, \dots, \langle v_k, \gamma_k \rangle],$$

де Φ – ім'я фрейму; пара $\langle v_i, \gamma_i \rangle$ – i -й слот; v_i – ім'я слоту; γ_i – значення слоту.

Імена фреймів використовуються як мнемонічні елементи для конструювання мережі фреймів.

2.2.2. Властивості фреймів

Фрейми мають властивість вкладеності, тобто значенням слоту може бути інший фрейм. Вкладеність забезпечує зв'язок між фреймами. Властивість вкладеності – це можливість значень слотів посилатися на інші слоти того ж фрейму забезпечують структурованість, послідовність і зв'язність знань. Значення, які зберігаються у фреймах, мають характер посилань і тому є внутрішньо інтерпретованими (це одна з властивостей знань). Оскільки концептуальному поданню властива ієрархічність, цілісний образ знань будується у виді однієї фреймової системи, що має ієрархічну структуру [51].

Ще однією важливою властивістю теорії фреймів є так зване спадкування властивостей, запозичення з теорії семантичних мереж. І у

фреймах, і в семантичних мережах спадкування відбувається за зв'язками типу Is-a. Слот Is-a вказує на фрейм більш високого рівня ієрархії, звідкіля неявно успадковуються, тобто переносяться, значення аналогічних слотів. При зображенні фреймів у вигляді таблиці родові поняття знаходяться на верхніх рівнях.

Типовими показниками спадкування є:

- S (same – той самий) – слот успадковується з тими ж значеннями даних:

- U (unique – унікальний) – слот успадковується, але дані в кожному фреймі можуть приймати будь-які значення, тобто сам слот у фреймі-нащадку зберігається, але значення слота не успадковується;

- інші.

Показчик типу даних визначає тип даних значення слота. Типом даних, що включаються в слот, можуть бути:

- FRAME – показчик імені фрейму верхнього рівня:

- ATOM – змінна;

- INTEGER – ціле;

- інші.

Фреймові системи поділяються на статичні і динамічні, останні допускають зміну фреймів у процесі рішення задачі.

У залежності від функціонального призначення фрейми поділяються на фрейми-описи та рольові фрейми.

Фрейми-описи моделюють властивості або ситуації. У якості імен слотів використовують назви атрибутів (ознак), що описують ситуацію.

У рольовому фреймі для імен слотів використовують назви ролей, сукупність яких визначає зміст, що приписується всьому фрейму. Роллю можуть бути об'єкти, над якими виконуються дії. Як правило, у рольовому фреймі як імена слотів виступають питальні слова, відповіді на які є значеннями слотів.

Елементи фреймових структур можуть зв'язуватися двома типами відношень – відношенням «абстрактне – конкретне» і «ціле –

частина».

Відношення «абстрактне – конкретне» характерні тим, що на верхніх рівнях розташовані абстрактні об'єкти (концепти), а на нижніх – конкретні об'єкти, причому об'єкти нижніх рівнів успадковують атрибути об'єктів верхніх рівнів. Ці відношення називаються також відношеннями типу Is-a.

Відношення «ціле – частина» (Partt-of) стосується структурованих об'єктів і показує, що об'єкт нижнього рівня є частиною об'єкта верхнього рівня. При такому відношенні спадкування властивостей не відбувається.

Основною операцією для фреймових моделей є пошук за зразком. Зразок являє собою фрейм, у якому заповнено не всі елементи, а тільки ті, за якими серед фреймів, що зберігаються в пам'яті комп'ютера, будуть відшукуватися потрібні фрейми. Зразок може, наприклад, містити ім'я фрейму, а також ім'я деякого слота у фреймі з вказівкою значення слота.

В системах із фреймовим поданням знань використовуються три способи керування логічним виведенням: демони (daemon), приєднані процедури і механізм спадкування. Останній можна назвати основним механізмом виведення.

Управлінські функції механізму спадкування полягають в автоматичному пошуку і визначенні значень слотів фреймів нижче розташованих рівнів за значеннями слотів фреймів верхніх рівнів, а також у запуску приєднаних процедур і демонів.

Приєднані процедури і демони дозволяють реалізувати будь-який механізм виведення в системах із фреймовим поданням знань. Однак ця реалізація має конкретний характер і вимагає значних витрат праці проєктувальників і програмістів.

Таким чином, можна виділити два основних процеси, що відбуваються у фреймових системах:

1. Створення екземпляра фрейму. Для створення екземпляра фрейму необхідно знайти придатний фрейм і заповнити його слоти інформацією, що описує специфіку розглянутої ситуації. Для

заповнення слотів використовується спеціальна інформація про те, як знайти потенційні «заповнювачі» слотів.

2. Активація фреймів. У випадку, якщо фрейм вважається придатним для опису даної ситуації, здійснюється його активація глобальним процесом. Якщо виявляється занадто багато відмінностей умісту фреймів від специфічних особливостей розглянутої ситуації або вони носять досить серйозний характер, організується пошук іншого, більш придатного фрейму.

При цьому «відкинутий» фрейм може містити вказівки на те, які саме фрейми потрібно досліджувати замість даного (наприклад, більш загальні чи, навпаки, більш спеціалізовані).

Поряд з традиційними мовами специфікації онтологій (Ontolingua, CYCL, мови, засновані на дескриптивних логіках, такі, як LOOM), існують й мови, засновані на фреймах, – ОКВС, ОСМЛ, Flogic.

Ієрархічна багатозв'язкова структура семантичної мережі фреймів онтології бази знань може бути подана як орієнтований зважений мультиграф. Оскільки БЗ є семантичною мережею фреймів, в кожній вершині графу $G = \langle V, E \rangle$ міститься деяка множина елементів, що характеризують відповідний цій вершині об'єкт. Ребра графу, які відповідають зв'язкам (твердженням у самій БЗ), визначаються впорядкованими парами вершин $\langle C_i, C_j \rangle$.

Опишемо взаємозв'язок між структурою зв'язків онтології та механізмами реалізації міркувань. Модель повинна містити механізми міркувань, якими виступатимуть приєднані процедури фреймів, що використовують встановлені зв'язки (твердження) з метою вироблення необхідного рішення. Згідно з об'єктною парадигмою та фреймовою моделлю подання знань батьківський клас-фрейм містить приєднані процедури встановлення конкретних значень власних слотів-властивостей та слотів нових екземплярів чи підкласів під час їх генерації. Поняття “містить” означає наявність у відповідних слотах фрейму адрес відповідних екземплярів класу приєднаних процедур (опрацьовувачів подій). Ці приєднані процедури для новоствореного

класу чи об'єкта генерує клас приєднаних процедур у відповідь на сигнал від батьківського класу, повертаючи адресу згенерованих екземплярів-процедур. Отже, кожен екземпляр деякого класу містить лише базову процедуру генерування звертань до інших екземплярів, усі інші процедури розміщені ззовні, як екземпляри класу процедур, а їх адреси розміщуються у слотах екземпляра, який може викликати цю процедуру. Процедура відгукується на виклик з відомими їй допустимими параметрами, опрацьовує їх і повертає результат, яким може бути, зокрема, адреса згенерованого цієї процедурою нового класу чи екземпляра наявного класу. Отже, зв'язки у семантичній мережі фреймів реалізуються через обмін повідомленнями між їх приєднаними процедурами.

Підхід до подання знань у формі зваженої семантичної мережі (концептуальних графів) полягає у тому, що будь-яке можливе узагальнення, тобто комплексне, складене поняття завжди явно артикульоване, назване і як окреме поняття фігурує в БЗ. Тому, якщо деяке узагальнення має спільні властивості чи способи функціонування, вони фізично можуть бути реалізовані через властивості та опрацьовувачі подій відповідного узагальнювального поняття, згідно з принципом успадкування.

2.2.3. Фреймова модель групи спроможностей

Фрейми з описами узагальнених родових понять, тобто груп (класів) однотипних об'єктів з однаковими характеристиками, поданими відповідними слотами фрейму, окрім рівня даних визначають рівень структури для можливості навігації контентом.

На рис. 2.12 показано подібну фреймову модель для прикладу групи спроможностей «Розвідка» (верхня частина ієрархії).

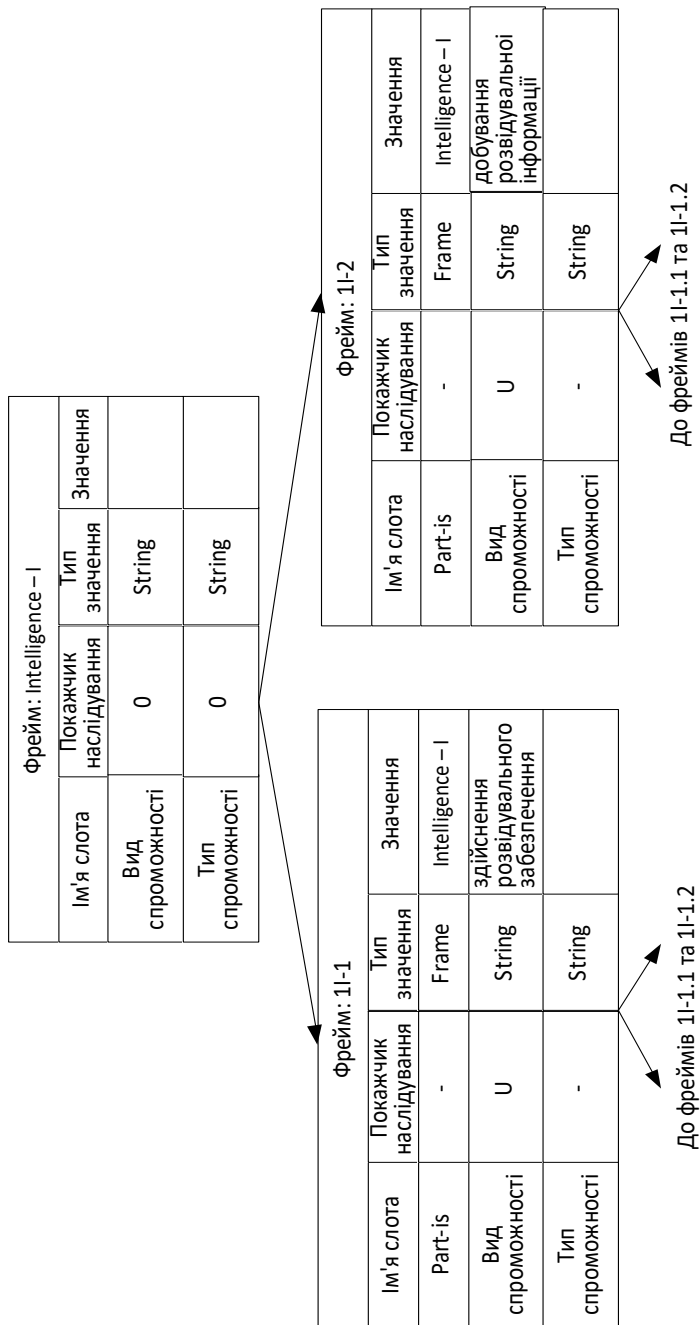


Рис. 2.12. Фреймова модель групи спроможностей «Розвідка» (рівень структури)

2.3. Інформаційний супровід розв'язання експертних задач

2.3.1. Інформаційні процеси в діяльності експертів

Процеси управління реалізуються в управлінських рішеннях. Прийняття управлінського рішення є заключною фазою дій щодо збору, обробки і аналізу інформації, яка полягає в тому, що ОПР у рамках своїх посадових повноважень робить вибір з множини альтернатив. Цей вибір спрямований на досягнення цілей управління й визначає подальші дії з впливу на керований об'єкт (об'єкти).

Таким чином обов'язковими атрибутами сфери управління та підтримки прийняття рішень є процеси, які приводять до циркуляції інформації між компонентами системи управління, між системою в цілому і оточуючим середовищем (рис. 2.13), а основні класи задач, що розв'язуються в органі військового управління, в цілому пов'язані з опрацюванням інформації (рис. 2.14).

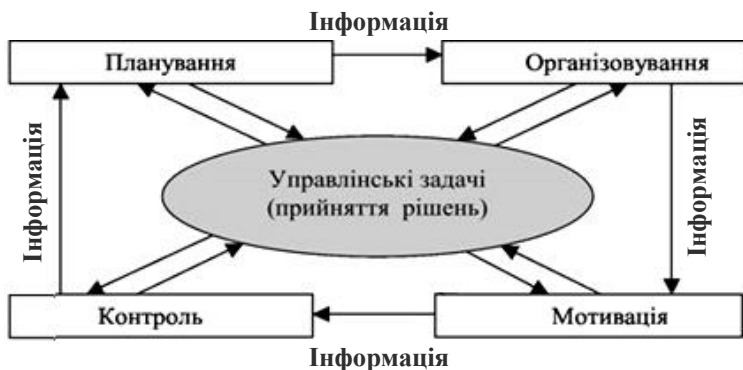


Рис. 2.13. Інформаційні процеси в органі управління

Саме завдяки інформаційним процесам система управління здатна здійснювати цілеспрямовану взаємодію із зовнішнім

2. ТАКСНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

середовищем, координувати відношення власних компонентів, спрямовувати їх функціонування до заданої мети. Управління інформаційними потоками забезпечує інформаційний менеджмент, який посідає особливе місце серед інших різновидів менеджменту.



Рис. 2.2. Типові задачі, характерні для розв'язання в органах військового управління

Інформаційний менеджмент виступає як складова поліфункціонального напрямку організації інформаційної діяльності – менеджменту інформаційних систем, відповідно до якого завдання

створення інформаційної системи розглядаються спільно зі сферою використання інформаційних ресурсів [22].

Діяльність в системі організаційного управління в умовах функціонування автоматизованих систем ґрунтується на моделях інформаційних потоків [23]. Інформаційний потік – це сукупність повідомлень, які циркулюють у системі, і необхідні для здійснення процесів управління. Інформаційний потік характеризується: джерелом виникнення, напрямом, періодичністю, ступенем сталості, структурою, обсягом і щільністю, видом носія інформації, інформаційною ємністю окремих повідомлень, ступенем використання.

Інформаційні потоки можуть відрізнитись залежно від напрямку руху (від структурних підрозділів до органу управління і, навпаки, від суб'єкта до об'єкта керуючого впливу), якісного змісту (виокремлення цінної за змістом інформації, від якої залежать певні керуючі дії, що спрямовані від структурних підрозділів) та якісних характеристик (доцільно виділяти ймовірнісні, семантичні та інші міри інформації, використовувані в управлінському регулюванні і забезпеченні інших управлінських потреб). В діяльності експертів розрізняють чотири види інформаційних потоків:

- обмін між експертами та зовнішнім середовищем (наприклад, зв'язки з громадськістю);
- міжрівневий обмін інформацією всередині органу управління:
 - низхідні потоки інформації, якими повідомляють підлеглим про поточні завдання, конкретні доручення, зміну пріоритетів та ін.;
 - висхідні потоки інформації – звіти про виконання завдань, пропозиції з удосконалення технології та ін., за допомогою яких керівництво інформують про поточні та можливі проблеми, про можливі варіанти рішень.
- горизонтальний обмін інформацією (наради, робота у межах робочих груп);
- неформальний обмін інформацією (обговорення службових питань під час неформальних зустрічей, чутки та ін).

На шляху інформаційних потоків в органі управління зазвичай існують певні бар'єри та перешкоди, серед яких визначають такі, як викривлення повідомлень, інформаційні перенавантаження, втрачання інформації через незадовільну структуру органу управління.

В сучасних умовах використання ІКТ, коли створено і знайшло розповсюдження чимало готових комп'ютерних програмних продуктів, різні засоби забезпечення комунікацій в організаціях інтегруються на основі використання локальних мереж та Інтернету.

Серед загальних заходів з удосконалення процесів обміну інформацією, таких як регулювання інформаційних потоків (інформація повинна бути структурованою за певними категоріями, повинні бути виявлені споживачі кожної категорії інформації і канали її отримання) та організація системи зворотного зв'язку, за допомогою якої орган управління одержує інформацію про поточний стан об'єкту управління, вагоме місце займають заходи з забезпечення інформаційної безпеки [52, 53].

Управління інформаційними потоками базується на процесно-орієнтованому підході [54, 55]. Основу процесного підходу складає поняття процесу. Процес відноситься до типу сутностей, що відображають певну точку зору щодо існування об'єктивної реальності. Специфіка даної точки зору полягає в розгляді всіх явищ як природних, так і штучних у вигляді логічної послідовності дій.

Для органів військового управління поняття «бізнес-процес» представляє систематику процесів та сервісів [56, 57]. Щоб визначитись з використанням цього поняття доцільно звернутись до документу НАТО [58], який забезпечує інтероперабельність стандартів і профілів в рамках альянсу (NATO Interoperability Standards and Profiles – NISP). Цим документом зазначається, що ключові завдання Альянсу для досягнення заявлених амбіцій вдосконалюються в бізнес-процесах та пов'язаних з ними інформаційних продуктах.

Згідно з вказаним документом, бізнес-процеси являють собою сукупність пов'язаних, структурованих процесів та діяльності, які виробляють конкретну послугу чи продукт (служать певній цілі) для

конкретного замовника чи замовників. Визначення цих бізнес-процесів пов'язане з ролями, діяльністю, інформаційними продуктами та потребами автоматизації (додатки, сервіси та їх відповідні функції).

До класу бізнес-процесів відносяться наступні процеси:

1) процеси безпеки (Security Processes) складаються із сукупності бізнес-процесів на підтримку цілей безпеки, які реалізуються та виконуються для забезпечення належного рівня конфіденційності, цілісності та доступності інформації. Ці процеси дозволяють забезпечити безпечне середовище для досягнення вказаних цілей, щоб забезпечити:

- конфіденційність інформації, контролюючи розкриття та доступ до інформації, підтримуючих систем, служб та ресурсів;
- цілісність та доступність інформації, підтримуючих систем, служб та ресурсів;
- надійну ідентифікацію та автентифікацію осіб, пристроїв та послуг, що мають доступ до ІС;
- відповідне неприйняття осіб та сутностей, які не мають права на обробку інформації;

2) процеси управління та контролю сервісу (Service Management and Control – SMC) складаються з сукупності бізнес-процесів, які реалізуються та виконуються для підтримки узгодженого управління компонентами в середовищі інформаційних систем;

3) процеси врядування (Governance Processes) складаються з сукупності бізнес-процесів, які впроваджуються та виконуються для підтримки нормативних (зокрема державних) завдань спрямування до конкретних цілей з точки зору забезпечення інтересів зацікавлених сторін. Вони включають в себе встановлення напряму шляхом визначення пріоритетності та прийняття рішень, моніторингу ефективності, дотримання та прогресу у напрямку узгоджених завдань. Ці процеси узгоджуються у визначених рамках для встановлення прозорості підзвітності окремих рішень та забезпечують спостережуваність рішень щодо їх виконання;

4) процеси управління (Management Processes) складаються з сукупності бізнес-процесів, які впроваджуються та виконуються для підтримки завдань планування, організації, спрямування, використання ресурсів та контролю зусиль організації щодо конкретних цілей, встановлених та керованих органами управління вищого рівня;

5) консультаційні процеси (Consultation Processes)" складаються з сукупності бізнес-процесів, які впроваджуються та виконуються для підтримки практики регулярного обміну інформацією та думками, повідомлення про дії чи рішення та обговорення між організаціями з метою досягнення консенсусу щодо політики діяльності або вжитих заходів;

б) процеси співпраці (Cooperation Processes) складаються з сукупності бізнес-процесів, які впроваджуються та виконуються для підтримки регулярних обмінів та діалогу на вищому та робочому рівнях з політичних та оперативних питань, а також розробки спільного комплексного підходу з ключовими партнерами, найбільш важливих з питань, що становлять спільний інтерес, включаючи спілкування та обмін інформацією, нарощування потенціалу, навчання та тренінги, засвоєні уроки, планування та підтримка дієздатності, оперативна координація та підтримка з метою поліпшення спроможності держави забезпечити стабілізацію та відновлення.

2.3.2. Застосування експертами онтологічної моделі ПдО

Як вище визначалось, інформаційний супровід розв'язання експертних задач має полягати у застосуванні експертами онтологічної моделі ПдО шляхом перетворень на основі інтерпретаційних функцій вибору, побудованих за допомогою гіпервідношень над елементами таксономічної структури онтології. Під гіпервідношенням розуміється семантична гіперонімія, яка виражає загальне, родове поняття, назву класу (множини) концептів.

Багато формальних мов, які використовуються в математиці, логіці, у теоретичній інформатиці визначені у виключно синтаксичних термінах, і як такі вони не мають ніякого значення, поки

вони не дають деяку інтерпретацію. У цих контекстах інтерпретація є функцією, яка забезпечує розширення символів і рядків символів об'єктної мови. Тобто інтерпретація є сукупністю значень (сенсів), що приписуються тим або іншим способом елементам (виразам, формулам, символам і т. д.) якої-небудь формальної мови.

Кожна онтологія містить інформаційні описи на основі об'єктно-орієнтованої процедури формалізації, а також описи інтерпретаційних функцій, які є функціональним проявом властивостей об'єктів (концептів), що складають онтологію. Типи взаємодії між поняттями онтології R являють собою інтерпретації відношень, які існують між концептами. Це дає можливість визначити перетворення, яке кожному відношенню встановлює у відповідність певну властивість. Тоді скінченна множина функцій інтерпретації F , заданих на відношеннях, складають функціональну частину операційного середовища діяльності експертів. Фактично ці функції визначають правила щодо використання та обробки концептів онтології при розв'язанні певних задач. Таким чином онтологія дозволяє представляти опис всіх своїх компонент певною формальною мовою, яка може інтерпретуватися деякою процедурою (алгоритмом) [59].

Застосування до множини концептів онтологічної системи будь-якого погодженого правила з множини інтерпретуючих функцій F дозволяє визначити непорожню множину тавтологій. Під тавтологією тут розуміється тотожно істинне висловлювання, інваріантне щодо значень своїх компонент. Вказані множини висловлювань та тверджень складають певні текстові масиви, утворюючи множини термінів-концептів, пов'язані між собою різними множинами семантичних відношень.

Гіпервідношення забезпечують відображення різних активних станів онтологічної системи на основі виділення бінарних відношень часткової впорядкованості для множин концептів $\{x_i\}$, тобто завжди можна з множини концептів X виділити непорожню підмножину концептів $\{x\}$, що має властивість бінарного відношення часткової впорядкованості, яке й пов'язує їх між собою. При цьому часткова

впорядкованість є елементом множини бінарних впорядкованостей, яка може бути розширена до гіпервідношення й тим самим визначати множинну впорядкованість над підмножинами концептів $\{x\}$ у вигляді множинного відношення «група об'єктів – об'єкт». Тут «група об'єктів» визначає ім'я складного концепту-класу, який є таксономічною категорією для даної предметної області.

Гіпервідношення, задане над множинними бінарними відношеннями впорядкованості, що визначають таксономію, дозволяє представити предикативні вирази, які формулюються на основі її концептів із заданим множинним відношенням упорядкованості. Ці предикативні вирази приймають лише значення істинності, що дозволяє формувати на основі термінів-концептів онтологічної системи лінгвістичні вирази, які осмислено відображають стан онтологічної системи.

Гіпервідношення також визначають взаємодії між концептами кожної таксономії, виділеної з різних класів концептів предметної області. Таким чином формування таксономічних структур на основі процедури вибору і множини бінарних гіпервідношень впорядкованості дозволяє визначити низку властивостей, що забезпечують конструктивність застосування таксономій для реалізації різних станів онтологічної системи.

Виходячи з (1.1) для формування моделі експертної задачі вибору та оцінювання спроможностей на основі онтології перетворення H_{MC} буде мати вигляд:

$$H_{MC} : \langle X, R, F, Z(D, L) \rangle \rightarrow M_C,$$

де M_C – модель задачі вибору та оцінювання спроможностей [60].

Задача оцінювання спроможностей описується набором альтернатив A , для кожної з яких задаються значення певних показників (критеріїв). Розв'язком такої задачі вважається встановлення лінійного порядку над множиною A , тобто дозволяє визначити альтернативи, що мають найкращі (за сукупністю) значення критеріїв.

Механізм розв'язання задачі на основі онтології є багатоетапним процесом, кожен з яких потребує використання окремих процедур. Як зазначалося вище, перший етап формування моделі задачі полягає у виокремленні з множини концептів X елементів, які можуть розглядатись як альтернативи A . Альтернативами слід вважати однорідні об'єкти, що характеризуються спільними властивостями. Для побудови механізмів вибору застосовуються гіпервідношення, що зв'язують пари множин $\langle X, Y \rangle$, $Y \subseteq X$.

Наступний крок полягає у встановленні критеріальних значень для альтернатив. Для цього з онтологічної моделі виокремлюються значення атрибутів із відношення ("об'єкт", "атрибут", "значення"). Подальше розв'язання задачі залежить від вибраного методу порівняння альтернатив за безпосередньої участі експертів.

2.3.3. Інструментарій інформаційного супроводу розв'язання експертних задач

В сучасних умовах інформаційний супровід розв'язання експертних задач неможливо уявити без комп'ютерних засобів та систем. Найпоширенішими в діяльності експертів є системи підтримки прийняття рішень (СППР, Decision Support System (DSS) або Decision-Maker Support Systems (DmSS)), які останнім часом переходять в категорію інтелектуальних систем (ІСППР) (рис. 2.14).

При такому підході в центрі розробки знаходиться особа, яка приймає рішення (ОПР, decision maker). Хоча усі прикладні ІСППР зазвичай мають спільну архітектуру, яку наведено на рис. 2.15, але структура і склад системи визначаються особливими інформаційними та інструментальними потребами цієї людини (або групи людей).

Отже, ІСППР містять такі основні компоненти:

- база знань, ядром якої є онтологія;
- база даних, в якій залежно від типу задачі зберігаються перелік класів та відповідних до них рішень, властивості понять онтології, типи відношень та їхні властивості; значення ознак, історія значень ознак (для задач планування);

2. ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

- модуль керування розв'язуванням задач;
- модуль поповнення знань, що розбудовує, оптимізує онтологію та налаштовує властивості.



Рис. 2.14. Інформаційний супровід розв'язання експертних задач в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень

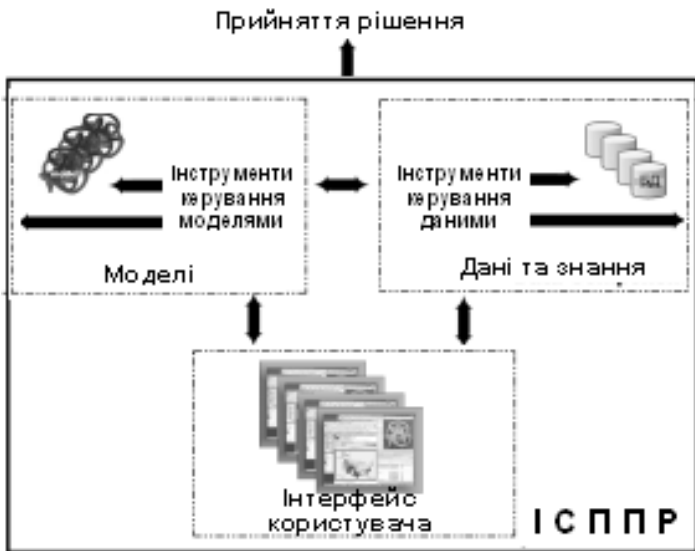


Рис. 2.15. Типова структура компонент інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень

Для створення ІСППР зазвичай обираються такі програмні засоби:

- для побудови онтології – редактор онтологій Protégé;
- для записування правил бази знань – SWRL, який входить в Protégé;
- для бази даних – система керування БД MySQL, що вільно розповсюджується;
- модуль керування розв’язуванням задачі та модуль поповнення знань спеціально створюються з використанням таких мов програмування як PHP, Python, Java, C#.

Особливе значення має ефективне і швидке створення онтології, для чого необхідно мати достатньо потужні і, водночас, прості інструменти. Тому розробляються редактори, які здатні полегшити наповнення онтології потрібними знаннями, здійснювати їх опрацювання та приводити ці знання до формального вигляду. Здатність організувати і керувати онтологією – ключ до практичності редактора.

Типовим компонентом редакторів є інтерфейсна оболонка, за допомогою якої користувач має змогу додавати необхідні знання, зберігати їх у сховищах і здійснювати вибірку та редагування вже наявних знань. Сучасні редактори містять не тільки механізми нагромадження і класифікації знань, а й процедури їхнього опрацювання та прийняття рішень. За допомогою розроблених інтерфейсів користувач може також формувати запити системі та отримувати відповідь на них у діалоговому режимі.

Сьогодні кількість інструментів для створення та редагування онтологій налічує десятки. Кожен із програмних засобів відрізняється один від одного метою їх розроблення, технічними особливостями, мовою відображення, допустимими форматами імпорту та експорту і, безумовно, способом їх розповсюдження. Серед них є такі, що розповсюджуються відкрито, комерційні продукти та інструменти, обмежені в застосуванні.

Комерційні продукти – це автономні редактори, що розробляються винятково для побудови онтологій в будь-якій ПдО і є частиною наборів комерційного програмного забезпечення для підтримки прийняття рішень на підприємстві, фірмі тощо. Інше програмне забезпечення для редагування онтологій – це результати науково-дослідних проєктів технічного застосування онтологій, як правило, фінансованих урядом та академічними структурами. Такі пакети зазвичай є відкритими для всіх користувачів з можливістю їх редагування та доповнення. Ще інші редактори призначені для побудови онтологій у специфічній предметній області. Вони мають обмежене застосування і розробляються винятково для розв’язання особливих задач у цій області. Також існують редактори, орієнтовані на розроблення загальних онтологій.

Серед розглянутих інструментів для побудови предметно-орієнтованої онтології вибрано редактор Protégé, який є гнучким, незалежним від платформи середовищем для створення і редагування онтологій та БЗ [61]. Protégé – це інструмент, який дає змогу користувачам конструювати онтології ПдО, вводити дані та налаштовувати форми їх виведення.

Редактор Protégé відрізняється від інших інтелектуальних інструментів такими особливостями та перевагами:

- забезпечує наочність та має зручний у використанні графічний інтерфейс користувача;
- реалізує масштабованість, тобто модульне нарощування системи в межах уніфікованої архітектури;
- на відміну від інших аналогічних програм, не спостерігається сповільнення роботи у разі значної кількості опрацьовуваної інформації;
- дає змогу нарощувати архітектуру за допомогою додатково розроблених підпрограм – плагінів (plug-in). Можна легко розширити Protégé плагінами, зробленими на замовлення для будь-якої ПдО та конкретної задачі.

Ця платформа може легко розширюватися долученням до неї графічних компонентів: графі, таблиці, медіа (звук, зображення, відео).

Програма дозволяє зберігати дані в найбільш розповсюджених форматах: *OWL*, *RDF*, *XML*, *HTML*.

У центрі більшості онтологій перебувають класи. Останні версії Protégé та інші фреймові системи описують онтології декларативно, явно визначаючи класову ієрархію та належність індивідних концептів до відповідних класів. Онтології, побудовані в OWL, мають подібні компоненти до онтологій на основі фреймів. Проте, на відміну від інших, термінологія OWL ґрунтується на поняттях індивідних концептів або об'єктів (найчастіше використовується саме це поняття) та властивостей, які загалом відповідають в Protégé, відповідно, екземплярам класів і слотам.

У табл. 2.5 2. наведені основні терміни (перший рядок) та їх синоніми (другий рядок), які найчастіше зустрічаються в літературі для описування онтологій.

Таблиця 2.5

Терміни та їхні синоніми

Клас	Властивість	Об'єкт
Концепт, категорія, тип, термін, сутність.	Зв'язок, відношення, слот, атрибут, роль, обмеження, асоціація.	Індивідний концепт, екземпляр класу, ресурс.

Об'єкти – це окремі екземпляри ПдО. Важлива різниця між Protégé і OWL полягає в тому, що OWL не використовує однозначне присвоєння імен – Unique Name Assumption (UNA). Це означає, що дві різні назви можна, фактично, посилати на той самий об'єкт. Наприклад, назви «Літак-розвідник», «Літак Су-24МР» та «Су-24МР» можуть означати той самий об'єкт. В OWL має бути чітко визначено, що об'єкти є однаковими чи відмінними один від одного, інакше назви можуть належати до тих самих або різних об'єктів.

Властивості являють собою бінарні зв'язки між об'єктами (властивості зв'язують разом два окремі об'єкти). Наприклад, властивість «є частиною» зв'язує об'єкт <Спроможність «Ведення повітряної розвідки»> з об'єктом <Спроможність «Добування розвідувальної інформації»>, або властивість «включає» зв'язує об'єкт

2. ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

<Спроможність «Ведення повітряної розвідки»> з об'єктом <Спроможність «Ведення повітряної розвідки пілотованими літальними апаратами»> (рис. 2.16).

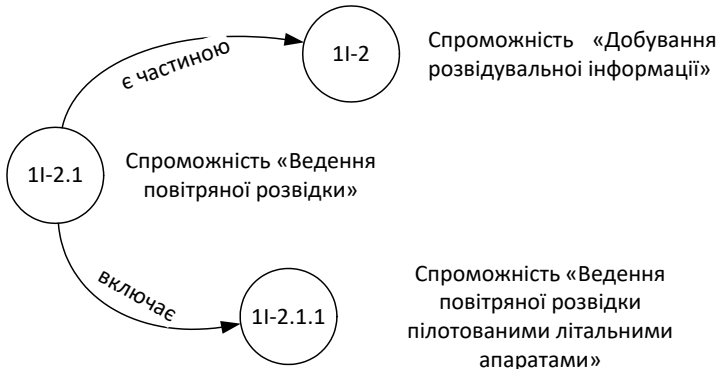


Рис.2.16. Подання властивостей об'єкта

У Protégé властивості подаються слотами. Властивості можуть бути оберненими, тобто мати інверсію. Наприклад, інверсія до властивості об'єкта «є частиною» – це «включає». Властивості можуть бути функціональними (обмежені єдиним значенням), транзитивними або симетричними.

Класи в OWL можна розглядати як множини, що містять об'єкти, котрі описуються формально (математично) для точного подання їх членства в певному класі. Класи можна організувати в ієрархію клас-підклас, тобто таксономію. OWL-підклас означає необхідність долучення. Наприклад, об'єкти “II-2.1.1” і “II-2.1.2” (рис. 2.17) належать до класу II-2.1 “Ведення повітряної розвідки”, котрий, своєю чергою, разом з II-1 та II-2 є підкласом “Група 4 Розвідка”. У разі побудови глибшої ієрархії, об'єкти “II-2.1.1” і “II-2.1.2” можна розглядати як окремі класи зі своїми підкласами та об'єктами. В OWL-класах створюються описи, які конкретизують умови, котрим повинен відповідати об'єкт, щоб увійти до складу екземплярів класу.

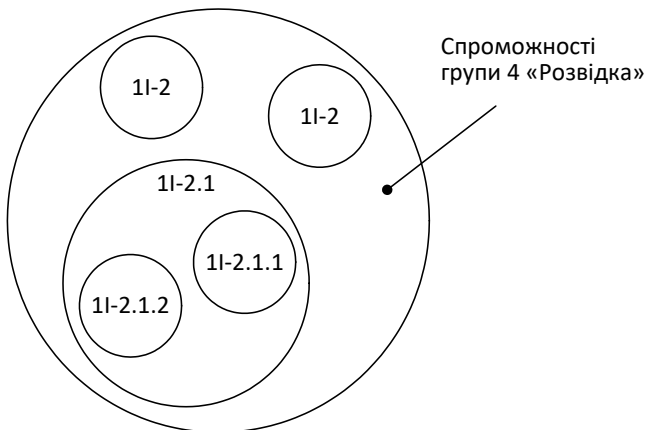


Рис.2.17. Подання структури класів

Приклад побудови предметно-орієнтованої онтології групи спроможностей «Развідка» за допомогою редактора Protégé наведено на рис. 2.18 (таксономія групи), рис. 2.19 (ієрархія класів і підкласів та екземпляри підкласу 1I-1.1) та рис. 2.20 (таксономія підкласу 1I-1.1).

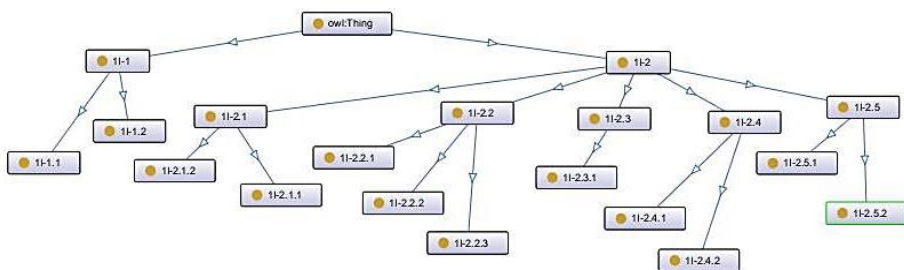


Рис. 2.18. Таксономія групи спроможностей «Развідка»

2. ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

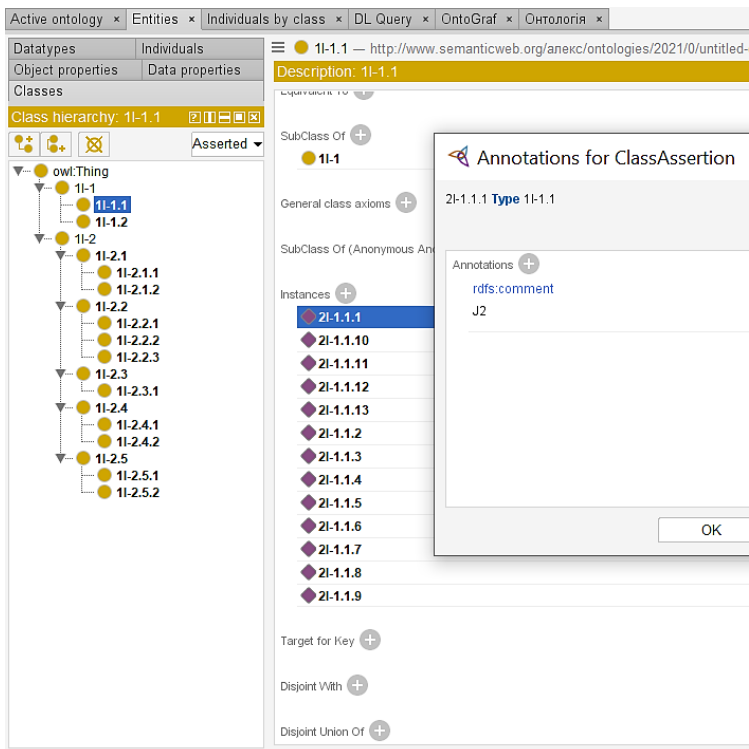


Рис. 2.19. Ієрархія класів і підкласів І групи спроможностей «Розвідка» та екземпляри підкласу 11-1

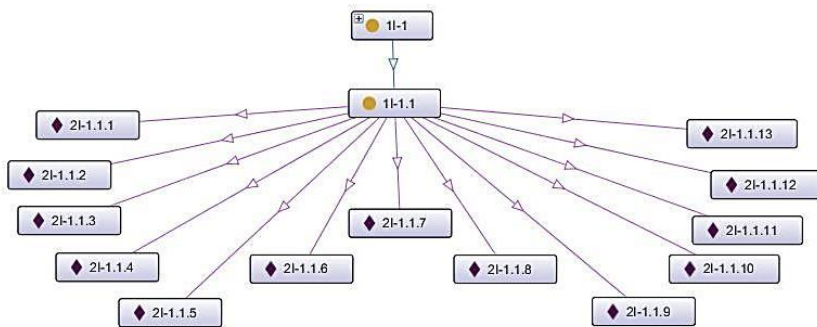


Рис. 2.20. Таксономія підкласу 11-1.1 групи спроможностей «Розвідка»

2.3.4. Опис бази даних носіїв спроможностей

Для прийняття рішень при виборі альтернатив важливе значення має обізнаність експертів з характеристиками альтернатив, що є основою при проведенні їх порівнянь між собою. Зазвичай в СППР такі характеристики (факти) зберігаються в базі даних.

У випадку оцінювання спроможностей сил оборони необхідно звернути увагу на значну кількість носіїв спроможностей, що суттєво відрізняються одне від одного, і, відповідно, різняться сукупностями своїх характеристик.

Для прикладу далі наведено перелік характеристик деяких носіїв спроможностей (*capacity carriers*) з групи спроможностей «Розвідка».

1. Літак-розвідник Су-24МР (код носія спроможності 2I-2.1.6).

Су-24МР призначений для забезпечення розвідувальною інформацією командування сухопутних військ і фронтової авіації, на приморських напрямках – командування військово-морського флоту. Може виконувати всепогодну комплексну повітряну розвідку вдень і вночі в широкому діапазоні висот і швидкостей на глибину до 400 км за лінією бойового зіткнення при протидії засобів ППО супротивника.

Льотно-технічні характеристики Су-24МР наведено в табл. 2.6. Фотозображення на рис. 2.21.

2. Оперативний БпАК (“Байрактар ТВ2”) (код носія спроможності 2I-2.1.9).

Турецький ударний оперативно-тактичний середньовисотний безпілотний літальний апарат Bayraktar TB2 з великою тривалістю польоту. Корпус виконаний з композитних матеріалів та оснащений системою автоматичного зльоту та посадки.

Технічні характеристики Bayraktar TB2 наведено в табл. 2.7. Фотозображення на рис. 2.22.

3. Бойова розвідувальна машина БРМ-1К (код носія спроможності 2I-2.2.5).

Броньована (броня протиккульова) самохідна машина на гусеничному ході, призначена для розвідки на полі бою. Технічні характеристики БРМ-1К наведено в табл. 2.8. Фотозображення на рис. 2.23.

2. ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Таблиця 2.6

Льотно-технічні характеристики носія спроможності 2I-2.1.6 (Су-24МР)

№ з/п	Характеристика	Одиниця виміру	Особливості	Значення
1	Двигуни			АЛ-21Ф-3А
2	Злітна тяга	кгс	максимальна безфорсажна	2x7800
			на форсажі	2x11200
3	Габарити	м	розмах крила (при стріловидності 16 °)	17,638
			довжина з ПВД	24,594
			висота	6,193
4	Площа крила	м ²	при стріловидності 16 °	55,16
			при стріловидності 69 °	51,0
5	Маса,	кг	порожнього	22100
			злітна нормальна	33325
			максимальна злітна	39700
6	Запас палива	л		11700
7	Максимальне число М			1,35
8	Швидкість максимальна на висоті 200 м	км / год	без підвісок	1320
			з контейнерами і озброєнням	1200
9	Практична стеія	м		11000
10	Тактичний радіус дії (з ПТБ)	км		650
11	Перегоночна дальність (без дозаправки)	км		2500
12	Максимальне експлуатаційне перевантаження			6,5
13	Довжина розбігу	м		1100-1200
14	Екіпаж	чол.		2
15	На озброєнні	одиниць		20
			у строю	12
			на консервації	8



Рис. 2.21. Фотозображення та креслення носія спроможності 21-2.1.6 (Су-24MP)

На рис. 2.24 наведено частину орієнтовної структури БД, яка включає таблиці з даними відповідно до наведених вище прикладів. Центральна таблиця SS1 (від Capacity Carriers) містить посилання на похідні відношення. Імена відношень (таблиць) відповідають кодам носіїв спроможностей та їх підгруп. Ідентифікатори даних та підгруп спроможностей формуються зі скорочень англійських назв носіїв спроможностей.

Вирішення загальної проблеми інтеграції даних полягає у забезпеченні взаємодії між онтологічною моделлю та реляційною моделлю даних. У разі поєднання їх загальною семантикою даних ПДО така інтеграція може базуватись на застосуванні універсальних механізмів, наприклад, у відповідності до процесу Data Mapping [62]. Методологічною основою Data Mapping є напрям, який визначається як

2. ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Ontology-based data integration, теоретичним і практичним розвитком якого є підхід Ontology-Based Data Access (OBDA) (рис. 2.25).

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.

Таблиця 2.7

Льотно-технічні характеристики носія спроможності 2I-2.1.9
("Байрактар ТБ2")

№ з/п	Характеристика	Одиниця виміру	Особливості	Значення
1.	Двигун		внутрішнього згорання	Rotax 912
2.	Довжина	м		6,5
3.	Розмах крила	м		12
4.	Максимальна злітна маса	кг		650
5.	Вантажопідйомність	кг		55
6.	Максимальна швидкість	км/год		222
7.	Крейсерська швидкість	км/год		130
8.	Радіус дії	км		150
9.	Стеля	м		8200
10.	Автономність	год.		24
11.	На озброєнні	одиниць		6



Рис. 2.22. Фотозображення носія спроможності 2I-2.1.9 ("Байрактар ТБ2")

Таблиця 2.8

Технічні характеристики носія спроможності 2I-2.2.5 (БРМ-1К)

№ з/п	Характеристика	Одиниця виміру	Особливості	Значення
1	Двигун		дизельний	УТД-20
2	Питома потужність	кВт/л		22,7
3	Вага	т		13,2
4	Довжина	мм		6760
5	Ширина	мм		2940
6	Висота	мм		1920
7	Довжина ствола	м		2,9
8	Підвіска	кН/м ²	Тиск на ґрунт	0,6
		мм	Дорожній просвіт	370
9	Швидкість	Км/год	шосе	65
		Км/год	бездоріжжя	7..8
10	Прохідність	град	підйом	35°
		м	стінка	0,7
		м	рів	2,5
		м	брід	2,5
11	Обслуга	чол		6
12	Калібр	мм	гладкоствольний напівавтоматичний гранатомет 2А28 «Гром»	73
13	Підвищення			-4..+30
14	Дальність вогню ефективна	км	ПГ-15В	1,3
			ОГ-15В	4,4
15	Приціл			1ПН22М
16	Другорядне озброєння		Кулемет Калашникова	7,62-мм
			боєкомплект	20

Одним із основних завдань формування та розвитку компонентів інформаційного середовища Міністерства оборони України є створення системи інформаційного забезпечення діяльності Міноборони, яка максимально використовує потенціал сучасних технологій управління, зокрема щодо інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішень.

При побудові архітектури даних такої АС доцільно використовувати досвід, накопичений у корпоративному сегменті бізнесу [57].



Рис. 2.23. Фотозображення носія спроможності 2I-2.2.5 (БРМ-1К)

До числа таких систем відносяться системи управління ресурсами економічних і організаційних структур (ERP-системи). Наприклад, програмні застосування АС мають забезпечувати її функціонування спільно з наявною у потенційного споживача транзакційною ERP-системою SAP ERP або галузевим рішенням для оборонних структур SAP for Defense.

До складу прикладного програмного забезпечення АС мають входити програми роботи зі сховищем даних (завантаження та накопичення даних із джерел інформації) та налаштовані на предметну область стандартні програмні застосування, які реалізують функціональність сховища даних (Data Warehouse) та багатовимірного аналізу (OLAP).

Сховища даних містять у собі джерела даних, що орієнтовані на зберігання та аналіз інформації. Такі джерела можуть поєднувати інформацію з декількох транзакційних систем і дозволяють аналізувати її в комплексі із застосуванням сучасних програмних інструментів ділового аналізу даних.

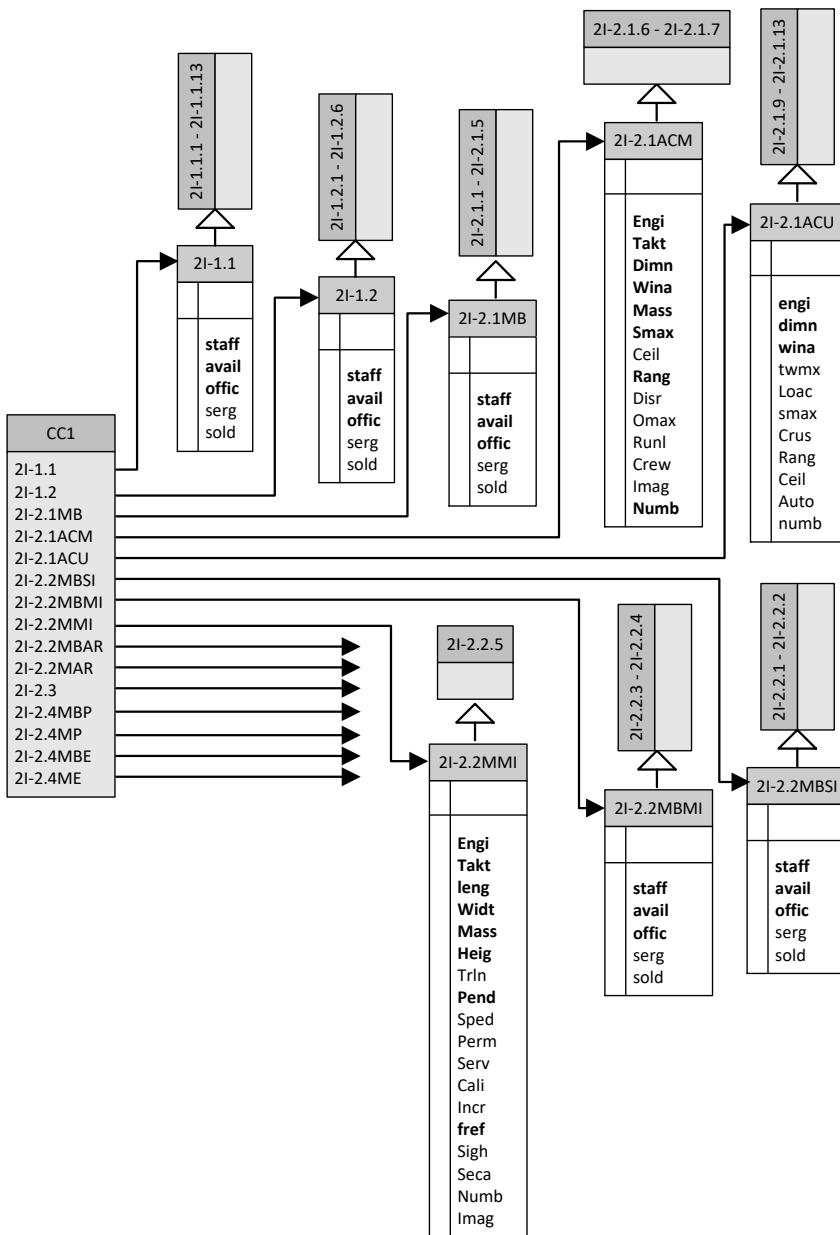


Рис. 2.24. Структурна схема БД

2. ТАКСОНОМІЯ ДАНИХ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

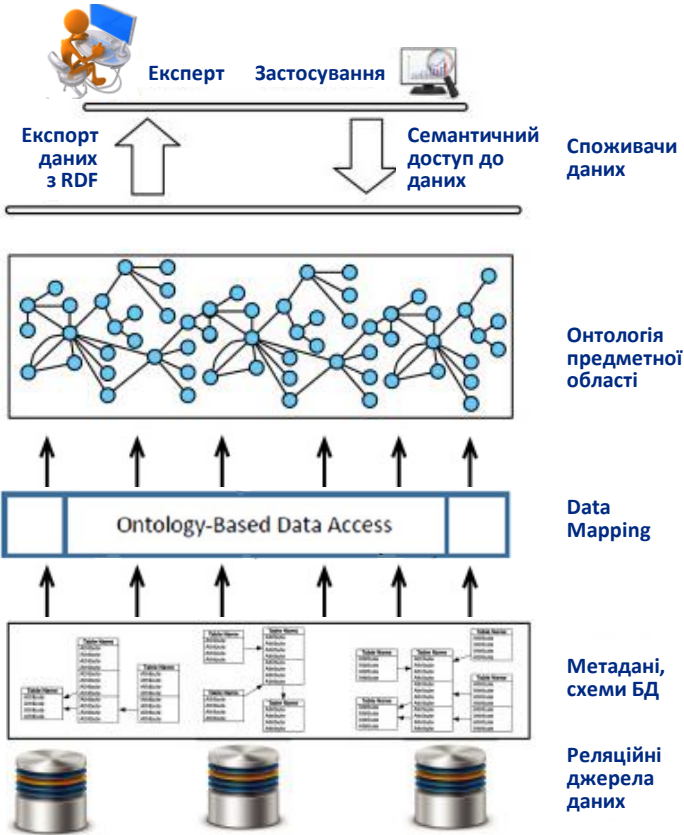


Рис. 2.25. Схема взаємодії онтології та реляційних БД на основі процесу Data Mapping

Багатомірні вітрини даних організують у вигляді багатомірних баз даних OLAP (Online Analytical Processing), де довідкова інформація представляється у вигляді вимірів, а кількісна – у вигляді показників. Інформація в багатомірній вітрині даних представляється у вигляді, максимально доступному кінцевим користувачам, що дозволяє суттєво знизити час на одержання необхідної для прийняття рішень інформації та дозволяє перетворити просто дані в корисну інформацію, на основі якої можна ухвалювати ефективні рішення.

Побудова сховища даних передбачає проектування моделі даних предметної області та побудову інфо-куба для проведення багатовимірного аналізу засобами OLAP. Для побудови інфо-кубу, як підготовчий етап, створюються стандартні ознаки та показники. Для формалізованого опису інформації створюються моделі ознак (приклад моделі ознак стану укомплектованості ВЧ предметами постачання військового призначення в системі логістики наведено на рис. 2.26).

При цьому із стандартного бізнес-контенту сховища даних SAP BW (Business Content) активуються стандартні ознаки: 0DF_FORCE “Організаційна одиниця (Військова частина, ОК, установа)”, 0DF_FORCELE “Тип структури” (Приймає значення “Тип військ”, “ВЧ” “ОК”, “Код установи”), 0REGION “Населений пункт, район, область”, 0DF_PERSON “Службовець (співробітник)”, 0DF_RSPUSR “Відповідальна особа”, 0DF_MATL “Одиниця техніки: предмет постачання”, 0DF_EQUIPMT “Обладнання”, а також часові ознаки: 0CALYEAR “Календарний рік”, 0CALDAY “Календарний день”.

Для зберігання кількісних значень даних створюються наступні показники: “Наявність”, “Наявність у тому числі в НЗ”, “Прибуло у звітному періоді”, “Вибуло у звітному періоді”, “Кількість по групам експлуатації”, “Кількість по категоріям”, “Перебуває на обліку”, “У тому числі із загальної кількості, які вивільнені після демонтажу озброєння і техніки)”, “Кількість по часу знаходження в експлуатації”, “Перебуває на відокремленому обліку”, “Знято з обліку”.

Для моделювання ознак будується таблиця відповідності між стандартними ознаками та термінами, які вживаються для аналізу. У табл. 2.9 наведений фрагмент таблиці такої відповідності на прикладі декількох показників.

Слід відмітити, що модель ознаки «Одиниця техніки: код предмету постачання», реалізована засобами сховища даних SAP BW, є фрагментом онтології предметної області “Логістичне забезпечення” (клас #FIL, який є частиною суперкласу “Військова інфраструктура” < FACILITIES> (#FI) в термінах мапи світу оборонного планування на основі спроможностей, наведеною на рис. 2.4).

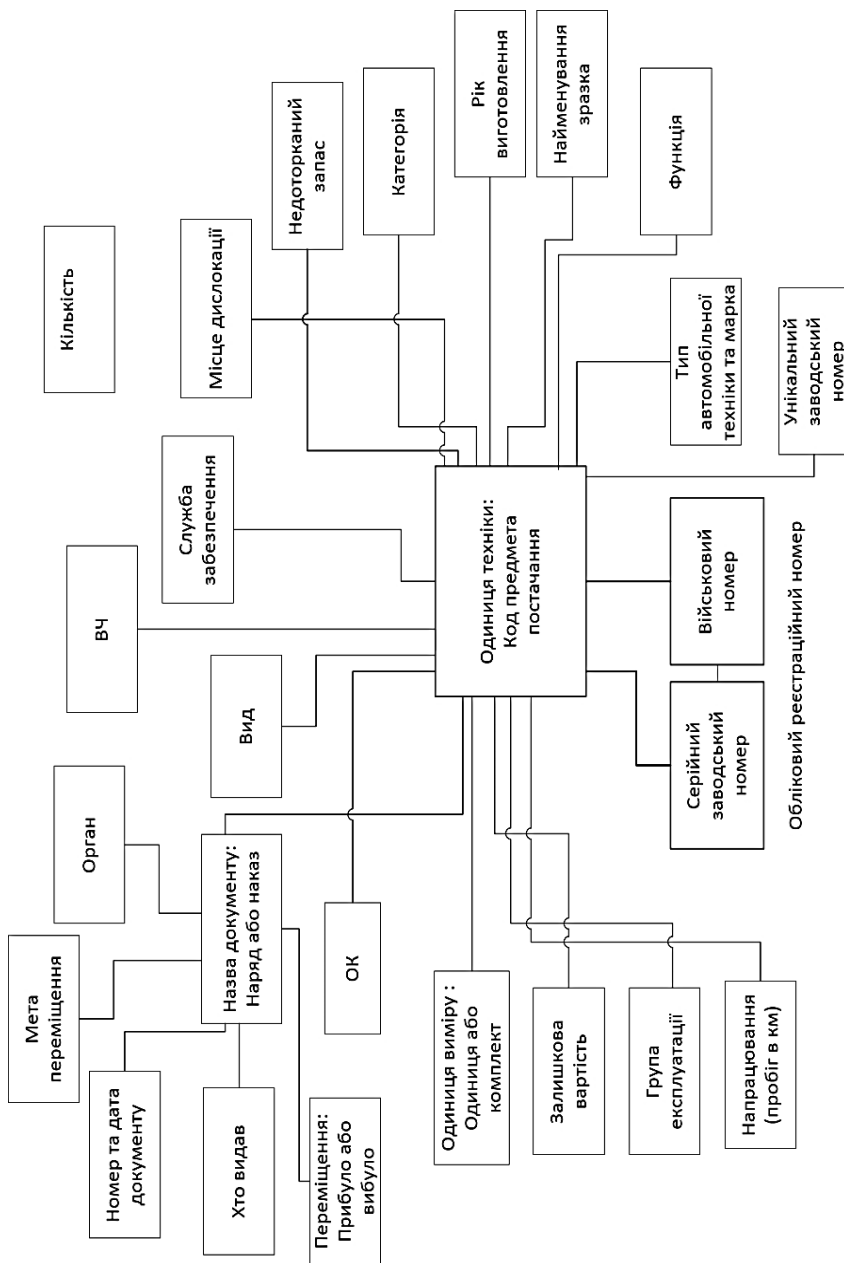
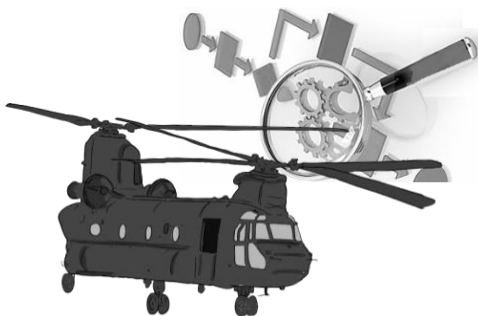


Рис. 2.26. Модель ознаки «Одиниця техніки: код предмету постачання»

Таблиця 2.9

Приклад відповідності між стандартними ознаками бізнес-контенту SAP BW та термінами, які вживаються в ЗС України

Технічне ім'я	Опис англійською	В ЗС України відповідає	Пояснення
ODF_FORCE	Force element	ЗС України, війська, ВЧ, ОК	Відповідає кожній організаційній одиниці в організації (OORGUNIT), має ієрархію.
ODF_FORCELE	Structure type	Тип військ, ВЧ, ОК, Код установи, ...	Визначає категорії для класифікації структурних рівнів.
ODF_MATL	Material	Одиниця техніки: код предмета постачання	Відповідає інфо-об'єкту Omaterial з деякими розширеннями.
ODF_EQIPMT	Equipment	Обладнання	Відповідає інфо-об'єкту O\EQUIPMENT, з розширеннями для атрибутів інфо-об'єкту Force Element (ODF_FORCE).
ODF_PERSON	Person	Службовець	Відповідає службовцю (співробітнику) та копіюється з інфо-об'єкту Person (OPERSON). Містить основні дані про людину.
ODF_RSPUSR	Person responsible	Відповідальний	Відповідальна особа



РОЗДІЛ 3.

АЛГОРИТМ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ

3.1. Застосування інтеграційного методу для різних конфігурацій вхідних даних

Як свідчать результати досліджень, в основі задачі вибору і оцінювання спроможностей лежить розробка ефективної стратегії протидії. Рівень ефективності при цьому визначається параметрами, що, з одного боку, характеризують цінність спроможностей, а з іншого – виділяють той рівень амплітуди функціональності, досягнення якого може бути критичним для забезпечення виконання військовим підрозділом необхідних функцій.

Розробка такої стратегії є нетривіальною задачею, для розв'язання якої пропонується удосконалений підхід, який відрізняється від аналогів одночасним здійсненням системного та евристичного аналізу спроможностей. Цей підхід реалізується у декілька етапів, перелік яких наведено нижче.

Етап 1. Здійснюється евристичний аналіз стану і готовності СО до виконання спільних завдань у сфері оборони. Для цього використовуються зазвичай експертні методи, які можуть бути підтримані відповідною базою знань, сформованою, наприклад, на

3.1. Застосування інтеграційного методу для різних конфігурацій вхідних даних

основі онтологій наявних ресурсів (спроможностей), можливих сценаріїв загроз, які можуть бути спрямовані на об'єкти, а також задіяних (у разі їх наявності) сил захисту. Оцінювання стану та готовності СО до виконання завдань у сфері оборони доцільно розпочинати з визначення значень тих показників, за якими передбачене проведення такого оцінювання. У якості атрибутивних характеристик концептів онтологій визначаються експертні оцінки цінності об'єктів (наприклад, як характеристика збитку у разі ураження об'єкту), можливостей реалізації кожної загрози та ефективності (спроможності) сил оборони. Цей етап є досить важливим, адже опис ресурсів (спроможностей) і загроз є задачею слабоформалізованою, особливо з точки зору знаходження можливих зв'язків між ними.

Етап 2. Здійснюється системний аналіз вразливості сил оборони шляхом знаходження взаємодії множини наявних ресурсів (спроможностей) та множини можливих загроз. Проводиться синтез адекватної моделі взаємодії загроз і спроможностей та механізмів захисту, що передбачені для протистояння загрозам.

Етап 3. На цьому етапі мають бути отримані показники за наявним переліком вихідних даних оборонного огляду, визначені тенденції їх змін за певний період та формування висновків за кожним напрямом (процедурою) оборонного огляду. Виділяється пул найбільш ефективних спроможностей і на цій основі визначаються можливі амплітуди характеристики подій. У разі незадовільних результатів шляхом варіювання коефіцієнтів моделі знаходяться прийнятні результати.

Етап 4. За результатами проведеного аналізу і моделювання експертами формується комплекс заходів з протидії загрозам, у тому числі щодо добору інших, більш ефективних спроможностей. Тут також в нагоді має бути підтримка на основі бази знань щодо можливих (перспективних) спроможностей, яка повинна бути заздалегідь сформованою.

Етап 4. Здійснюється верифікація сил оборони із запропонованими вдосконаленими засобами оборони, наприклад,

3. АЛГОРИТМ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ

шляхом проведення активного аудиту з використанням відповідних тестових програм та залученням відповідних фахівців. У разі виявлення недостатнього рівня готовності сил оборони попередні етапи повторюються на нових даних.

Етап 5. При досягненні потрібних результатів архітектура сил оборони приймається та затверджується відповідальним за оборонний огляд виконавцем (органом управління, суб'єктом оборонного планування вищого рівня).

Бажано, щоб під час проведення оборонного огляду сил оборони ці етапи і правила були дотримані. Але, враховуючи складність і багатогранність процесу оборонного огляду, неможливо розробити такий алгоритм, який би формалізував, зокрема в суворо математичному розумінні, абсолютно всі дії усіх учасників оборонного огляду. Алгоритм проведення оборонного огляду може мати лише узагальнюючий характер і складатися з кількох компонентів (блоків) етапів та процедур, які об'єднуюватимуть певне коло дій однієї спрямованості.

У наведеному процесі оборонного огляду важливе місце займає розв'язання експертами багатокритеріальних задач оцінювання спроможностей. Застосування з цією метою інтеграційного методу, що пропонується, вбачається для різних конфігурацій вхідних даних, у якості яких мають допускатися варіанти (переліки) спроможностей або інших альтернатив, які оцінюються експертним шляхом, а також вектори параметрів (критеріїв) для оцінки, що формуються на основі атрибутивних характеристик концептів онтологій.

Для розв'язання багатокритеріальних задач експертним методом пропонується алгоритм (рис. 3.1), який може бути реалізований відповідним програмним інструментарієм підтримки процесів оцінювання експертами альтернатив і обробки оцінок.

Перший крок розв'язання задачі за наведеним алгоритмом передбачає формування онтології ПдО. Зазвичай цей етап виконується фахівцями з предметної області, з ведення баз даних та аналізу даних.

3.1. Застосування інтеграційного методу для різних конфігурацій вхідних даних

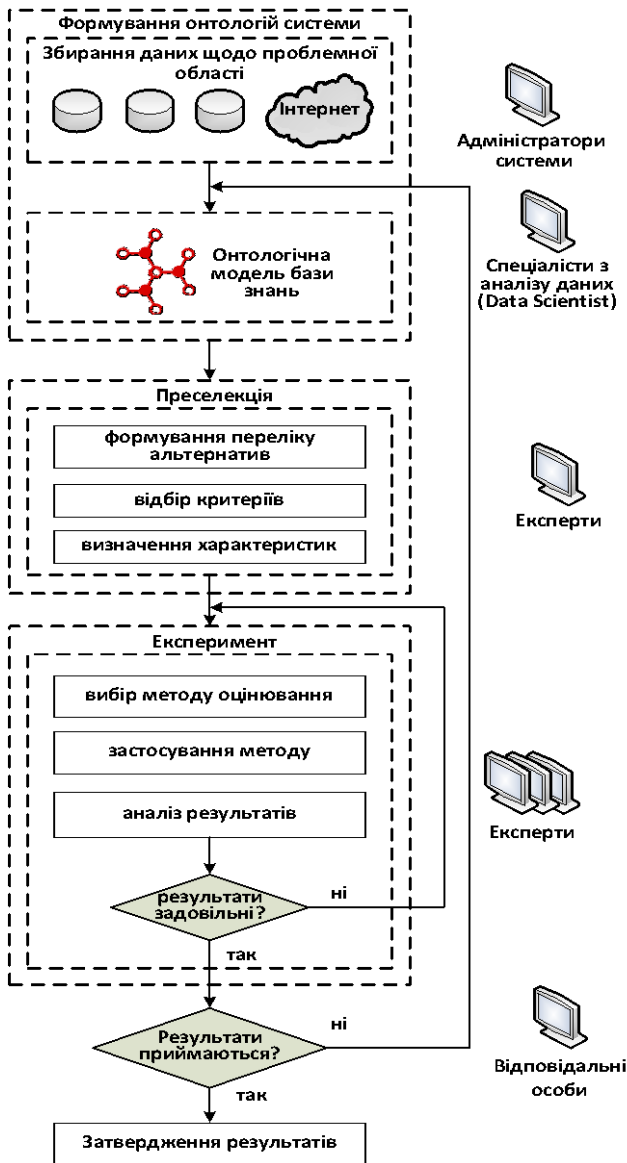


Рис. 3.1. Алгоритм інтеграційного методу експертного оцінювання спроможностей

Другий крок пов'язаний із структуруванням проблеми у вигляді ієрархії на базі принципу ідентичності й декомпозиції. На основі сформованого онтологічного представлення ПдО будується ієрархія – з вершини через проміжні рівні (критерії та субкритерії, від яких залежать наступні рівні) до найнижчого рівня (листя ієрархії), який й є переліком альтернатив, під якими розуміються деякі об'єкти предметної області, що оцінюються відносно досягнення цілей, означених у вершині ієрархії.

За принципами МАІ після побудови ієрархії для експертів зазвичай формується уніфікований набір таблиць для фіксування результатів парного порівняння альтернатив за кожним критерієм. В результаті опрацювання таблиць отримуються нормовані значення оцінок всіма експертами всіх альтернатив у порівнянні з іншими за кожним критерієм, після чого здійснюється їх згортка.

За алгоритмом, що пропонується, як зазначалось вище, замість заповнення таблиці (по певному критерію) експерт порівнює будь-яку пару спроможностей використовуючи спеціальний графічний інтерфейс, за допомогою якого відображаються дві вершини графа з іменами цих спроможностей, наприклад, Cr і Cq та дугою від Cr , якщо вона має перевагу, до Cq (якщо оцінки рівні, відображається одна вершина з об'єднаним іменем Cr/Cq). Другий крок аналогічний. Далі після кожного кроку виконується так зване транзитивне замкнення графа, а саме – перевіряється, якщо є дуга (Cr, Cq) і є дуга (Cq, Cs) , то додається дуга (Cr, Cs) , тобто замикається трикутник (див. рис. 1.7). Експерту залишається визначити якісну ступінь переваги Cr над Cs .

Одночасно в таблиці клітинка, яка стоїть у верхній частині таблиці на перехресті Cq і Cs зафарбовується у якийсь колір, що показує експерту про необхідність поставити до неї оцінку як мінімум більше 1, інакше буде отримане повідомлення, що порушується транзитивність відношень. Коли з'являється вершина з об'єднаною

3.1. Застосування інтеграційного методу для різних конфігурацій вхідних даних

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 отримуємо ациклічний турнір, який також називається транзитивним турніром.

Варіант оцінювання, який задовольняє умовам транзитивності обов'язково є, що витікає з можливості строгого лінійного упорядкування у транзитивному турнірі вершин у порядку досяжності, оскільки всі його вершини мають різні ступені вхідних і вихідних дуг.

Візуалізація на графі буде допомагати експерту і для досягнення більшої кардинальної узгодженості. Для цього дуги графу навантажуються оцінками експерта у кількісному вигляді. У результаті експерт, отримавши підграф після транзитивного замкнення, може скорегувати свою думку.

На рис. 3.2 наведена послідовність кроків алгоритму проведення експертом парних порівнянь альтернатив із застосуванням транзитивного замкнення.

При цьому таблиці з відповідними кількісними оцінками (ступенями переваги однієї альтернативи над іншою) за алгоритмом формуються автоматично. Структуру таких таблиць показано у табл. 3.1.

У цієї таблиці через $H_{n,m}(i, j)$ позначено кількісне значення i -го критерію, яке відповідає якісному значенню, вибраному j -м експертом при порівнянні n -ї альтернативи з іншими m альтернативами, $n, m = 1, \dots, N$, де N – кількість альтернатив, $j = 1, \dots, M$, де M – кількість експертів, які приймають участь в оцінюванні. Кількості альтернатив та експертів не обмежується. Для попарного порівняння всіх визначених спроможностей за одним критерієм експерт має здійснити не більше $N(N-1)/2$ порівнянь.

3. АЛГОРИТМ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ

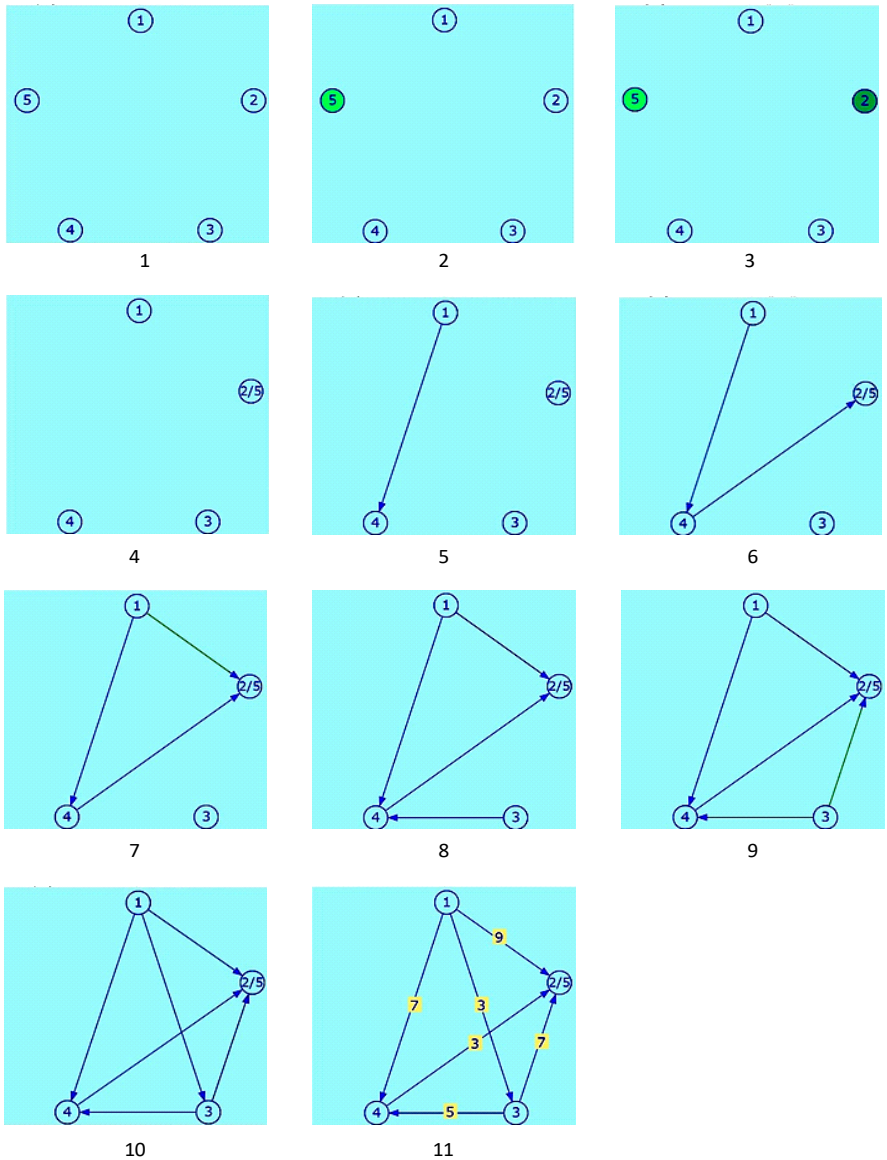


Рис. 3.2. Ілюстрація послідовності проведення парних порівнянь 5 альтернатив з використанням орієнтованих графів і транзитивним замкненням дуг (1, 2/5) і (2/5, 3)

3.1. Застосування інтеграційного методу для різних конфігурацій вхідних даних

Таблиця 3.1

Структура таблиці для обчислення парних порівнянь

Вибраний критерій	Альтернативи				Середнє геометричне $Z_n(i,j)$	Нормоване значення $X_n(i,j)$
	$H_{n,1}(i,j)$	$H_{n,2}(i,j)$...	$H_{n,5}(i,j)$		
Альтернативи						
Сума оцінок						1,0
λ_{max}						
IУ						
ВУ						

Зазначена якісна ступень переваги однієї альтернативи над іншою вказується експертом за допомогою усіченої шкали Т. Сааті, відповідні кількісні значення якої містять не 9, а лише 5 (без зворотних величин) варіантів найменування оцінки при парному порівнянні (табл. 3.2). Такий підхід відповідає вимогам спрощення діяльності експертів без порушення ефективності оцінювання.

Результатам проведення експертами якісних парних порівнянь відповідають кількісні значення a_{ij} . Це приводить до заповнення квадратної таблиці – матричної форми з властивістю зворотної симетричності, тобто $a_{ji} = 1/a_{ij}$, де індекси i та j відносяться до рядка й стовпця відповідно.

Далі проводиться «розв’язання» цих квадратних обернено-симетричних матриць. Смісл таких обчислень полягає в тому, що вони визначають спосіб кількісного визначення порівняльної важливості чинників проблемної ситуації, що аналізуються (набори локальних пріоритетів). На чинниках з найбільшими величинами важливості буде сконцентрована увага при подальшому вирішенні задачі.

Таблиця 3.2

Усічений варіант шкали Т. Саати

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

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 альтернатив у порівнянні з іншими за i -им критерієм.

Пріоритет (вага) критеріїв $P(i), i = 1, \dots, K$, які відрізняються для різних задач, також визначається шляхом їх парного порівняння експертами з наступним обчисленням нормованих значень, таких, що їх сума дорівнює 1.

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.

Тоді оцінка n -ї альтернативи у порівнянні з іншими альтернативами за u -ю групою з K критеріїв v -го рівня ієрархії буде обчислюватись як

$$C_n(u, v) = \sum_{i=1}^{K_{u,v}} \left(\sum_{j=1}^M X_n(i, j) R(j) \right) P(i).$$

3.1. Застосування інтеграційного методу для різних конфігурацій вхідних даних

Після цього за допомогою скалярних згорток з урахуванням нормованих вагових коефіцієнтів груп критеріїв проводиться композиція всієї ієрархічної конструкції з отриманням узагальнюючої оцінки кожної альтернативи, що надає можливість провести їх ранжування та визначити найпереважнішу з них.

У разі необхідності експерт може переглянути деякі з власних попередніх суджень зі збереженням транзитивності. В результаті з урахуванням зазначеного ототожнення вершин отримуємо ациклічний турнір, який у теорії графів також має назву транзитивного турніру. Варіант оцінювання, який задовольняє умовам транзитивності, обов'язково має місце. Це витікає з можливості строгого лінійного упорядкування у транзитивному турнірі вершин у порядку досяжності, оскільки всі його вершини мають різні вхідні та вихідні ступені дуг.

Візуалізація на графі допомагає експерту також досягнути більшої кардинальної узгодженості. Якщо після завершення порівнянь значення ВУ буде незадовільним, дуги кінцевого графу будуть навантажені оцінками експерта у кількісному вигляді (рис. 3.2, останній фрагмент), після чого експерт може переглянути деякі зі своїх оцінок, зокрема шляхом вказівки інших числових значень з інтервалу [1 – 9]. При цьому попередньо експерту буде запропонований варіант покращення. Також передбачається можливість запропонування експерту на кожному кроці оцінювання проводити порівняння між такими альтернативами (вершинами графу), які будуть приводити до максимальної кількості транзитивних замкнень. Така можливість наближає алгоритм до рівня алгоритмів експертної системи.

3.2. Вектори параметрів (критеріїв) для оцінки

Оцінювання наявних спроможностей (оперативних, бойових, спеціальних) здійснюється за усіма базовими компонентами (складовими) спроможностей. Зокрема передбачається оцінювання забезпеченості необхідними зразками озброєння та військової техніки для виконання завдань за ситуаціями, з урахуванням їх технічного стану та термінів експлуатації, що певним чином відповідає модельному прикладу «Розвідка», що розглядається.

За функціональними групами (категоріями) спроможностей розробляють перелік умов та критеріїв виконання завдань, на основі яких визначаються вимоги до спроможностей, про що свідчить цикл процесу оборонного планування НАТО NDPP (рис. 3.3).

Вимоги до спроможностей (оперативних, бойових, спеціальних) – це перелік умов (військових, фізичних, технічних), критеріїв та показників виконання завдань, що містяться в ситуаціях за сценаріями та в керівних документах, в яких визначено кількісні показники для реальних умов, що можуть виникнути в ході виконання завдань (рис. 3.4) [11]. Вони ґрунтуються на стандартних характеристиках, визначених у керівних документах, але кількісні їх показники можуть відрізнятися від стандартних і відповідати реальним умовам. Вимоги до спроможностей щодо підготовки, застосування органів військового управління, видів/родів військ (сил) та їх всебічного забезпечення визначені відповідними національними керівними (нормативними) документами (бойовими статутами, настановами, керівництвами, положеннями), а також відповідними стандартами НАТО (Allied Forces Standards). Форма подання вимог – описова. Загальний стандарт опису вимог до спроможностей не визначений, але в загальному вигляді вони складаються з трьох частин:

- базові вимоги – описують основну сутність спроможності;
- основні вимоги – описують, що необхідно спроможності, щоб

досягти бажаного результату;

- додаткові вимоги – описують характеристики, які дозволяють реалізувати основне призначення спроможності.

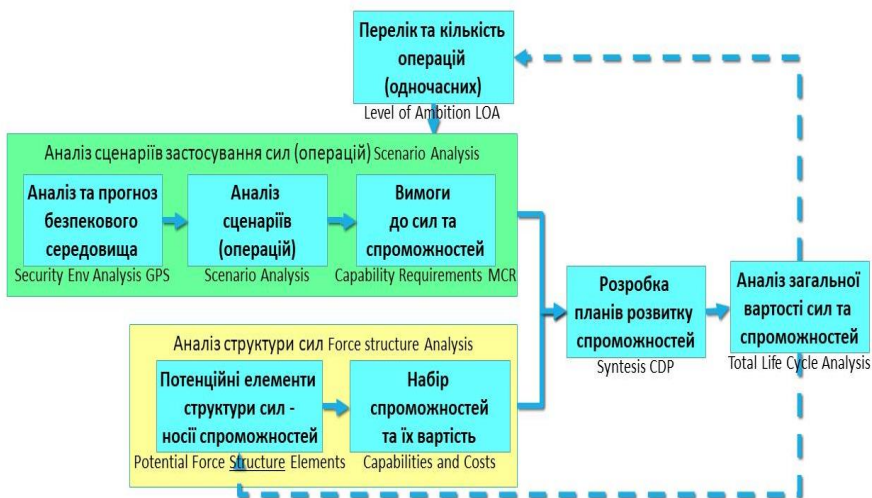


Рис. 3.3. Цикл процесу оборонного планування НАТО NDPP
(джерело - <http://defpol.org.ua/>)

Далі наведено опис вимог до спроможностей (носіїв), що розглядаються в модельному прикладі «Розвідка».

Назва спроможності: Літак-розвідник.

Опис вимог до спроможності:

1. Базові вимоги

1.1. Вести повітряну розвідку об'єктів СВ, авіації, ППО, ВМС противника, його важливих військових, військово-промислових, енергетичних об'єктів, вузлів, комунікацій, об'єктів військового та державного управління в оперативний і тактичний глибині та місцевості.

1.2. Вести оборонні повітряні бої із застосуванням авіаційних керованих ракет “повітря-повітря”.

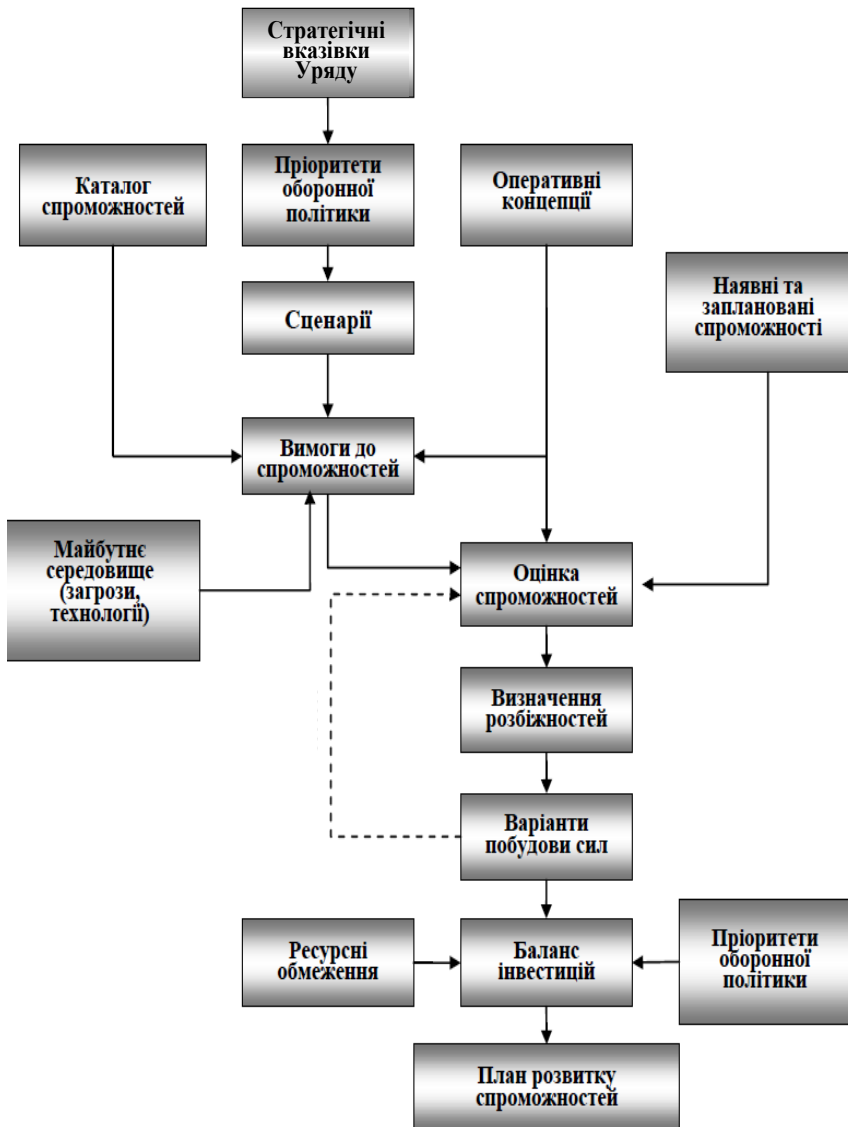


Рис. 3.4. Місце вимог до спроможностей в схемі процесу планування спроможностей

2. Основні вимоги

2.1. Вести повітряну розвідку візуальним спостереженням, за допомогою оптико-електронних та радіоелектронних засобів, вдень і вночі в простих та складних метеорологічних умовах.

2.2. Здійснювати повітряну розвідку шляхом візуального спостереження.

2.3. Здійснювати повітряне фотографування вдень та вночі в простих метеорологічних умовах.

2.4. Вести інфрачервону розвідку у день та ніч у простих метеорологічних умовах.

2.5. Вести радіотехнічну розвідку у день і ніч у простих та складних метеорологічних умовах.

2.6. Здійснювати виявлення малорозмірних рухомих об'єктів.

3. Додаткові вимоги

3.1. Забезпечувати індивідуальний захист літака-розвідника від ураження керованими ракетами шляхом створення активних радіоперешкод радіоелектронним засобам противника, а також радіолокаційним головкам самонаведення керованих ракет за допомогою станції активних перешкод та шляхом створення пасивних перешкод за допомогою протирадіолокаційних патронів і створення хибних теплових цілей за допомогою інфрачервоного випромінювання.

Назва спроможності: Безпілотні літальні апарати середньої дальності.

Опис вимог до спроможності:

1. Базові вимоги

1.1. Вести повітряну розвідку угруповань військ, авіації, ВМС противника, його важливих військових, військово-промислових, енергетичних об'єктів, вузлів, комунікацій, об'єктів військового та державного управління в оперативно-тактичній глибині.

1.2. Вести повітряну розвідку об'єктів повітряним фотографуванням та з використанням апаратури інфрачервоної розвідки вдень і вночі, у простих і складних метеоумовах.

2. Основні вимоги

2.1. Вести повітряну розвідку об'єктів противника і місцевості з малих висот в умовах сильної протидії ППО противника і радіоактивного зараження повітря та місцевості.

2.2. Вести панорамне та перспективне фотографування, телевізійну розвідку вдень у простих і складних метеоумовах.

2.3. Вести інфрачервону розвідку у будь-яких погодних, кліматичних умовах, пори року та часу доби.

3. Додаткові вимоги

3.1. Застосовувати БпЛА в якості хибних цілей для викриття ППО противника та у якості повітряних мішеней для забезпечення бойових стрільб зенітних ракетних військ та винищувальної авіації.

3.2. Здійснювати маневру та тактичного розгортання під час ведення розвідки за різних умов обстановки.

3.3. Організовувати і здійснювати безпеку застосування підрозділів за будь-яких умов обстановки у районі дії (розташування) своїх військ.

3.4. Забезпечувати індивідуальний захист БпЛА від ураження керованими ракетами шляхом створення активних радіоперешкод радіоелектронним засобам противника.

3.5. Здійснювати оцінку РХБ обстановки в смузі відповідальності, РХБ захист особового складу і ОВТ та заходів щодо ліквідації наслідків РХБ зараження.

3.6. Здійснювати у встановлені строки відновлення боєздатності.

3.7. Здійснювати технічне забезпечення силами та засобами інженерно-технічного складу ескадрильї.

Визначення оптимального (найбільш раціонального) варіанту створення необхідних спроможностей в умовах ресурсних обмежень, які забезпечать виконання визначених завдань за сценаріями, відбувається на основі головного критерію “результат/вартість”, тобто співвідношення ефективності виконання визначених завдань та вартості досягнення необхідних спроможностей.

З урахуванням цього загального критерію вибору оптимального варіанту та на основі вимог до спроможностей формуються додаткові критерії, які враховують специфіку спроможностей у кожному конкретному варіанті. Зазвичай вони затверджуються нормативними документами.

Наприклад, такими критеріями можуть бути дві групи критеріїв – відповідність завданню (або цінність) та можливості впровадження спроможностей. Для модельного прикладу «Розвідка» до першої групи доцільно включити такі критерії, як багатофункціональність, ймовірність викриття противника, мобільність, надійність, оперативність, прихованість, радіус дії, тривалість дій, усепогодність. Відповідно до другої групи варто включити такі критерії, як вартість, локалізація, наявність інфраструктури, наявність підготовленого персоналу, наявність технологій, швидкість впровадження.

Значення цих критеріїв (характеристик) мають бути представлені в базах даних щодо носіїв спроможностей.

3.3. Схема практичної реалізації отриманих рішень на прикладі типової задачі органу військового управління

Основна типова задача, що постає перед організаційною одиницею (підрозділом) сил і засобів складу військ полягає у визначенні такого складу військ (сил), який матиме необхідні спроможності для виконання завдань на кожному рівні їх декомпозиції, з урахуванням ступеня важливості завдань, визначеного коефіцієнта достатності спроможностей та обраного способу компенсації критично дефіцитних спроможностей [63]. Загальний алгоритм такої типової задачі обґрунтування складу військ (сил), необхідного для виконання визначених завдань, за критерієм достатності спроможностей показано на рис. 3.5.

3. АЛГОРИТМ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ

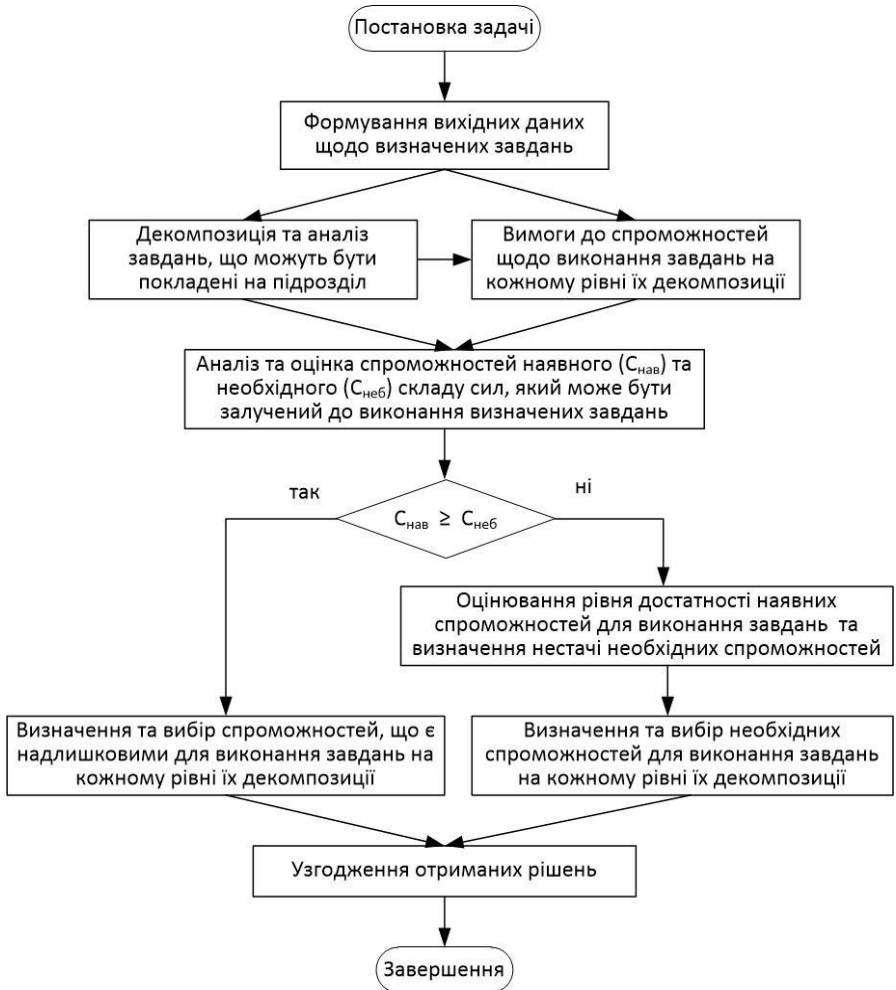


Рис. 3.5. Загальний алгоритм типової задачі обґрунтування складу військ (сил), необхідного для виконання визначених завдань, за критерієм “достатності спроможностей”

Розглянемо застосування запропонованого інтегрованого методу на прикладі розв’язання задачі рейтингування спроможностей, як альтернатив, для забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії. З каталогу спроможностей вибрано п’ять спроможностей, які

3.3. Схема практичної реалізації отриманих рішень на прикладі типової задачі

можливо використати для забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії. Необхідно вибрати оптимальні для розвитку спроможностей [64].

Онтологію предметної області «Ведення розвідки в інтересах наземної артилерії» наведено на рис. 3.6.

Для переходу до проведення оцінювання з застосуванням МАІ проведемо вибір з онтології ПдО спроможностей (табл. 3.3) та критеріїв оцінювання (табл. 3.4, 3.5). Таксономія прикладу цієї задачі наведено на рис. 3.7.

Побудуємо ієрархію задачі на основі даних табл. 3.3 – 3.5 (рис. 3.8). Ця ієрархія має два кущі критеріїв, кожен з яких має власні гілки. Будемо вважати критерії K_1 , K_2 критеріями 1-го рівня, а усі інші – критеріями 2-го рівня.

Кожна спроможність має атрибутивні описи, які характеризують її з точки зору кожного з цих критеріїв (наприклад, для C_5 критерій K_{107} характеризується значенням у 500 км). Доступність таких описів для експертів забезпечується атрибутами онтологічної моделі ПдО та даними з БД.

Спочатку, використовуючи онтологічні дані для кожного куща таксономії, формується уніфікований набір таблиць для фіксування результатів попарного порівняння спроможностей за кожним критерієм. Далі експертам пропонується послідовно проводити порівняння спроможностей за допомогою усіченої шкали Т. Сааті.

Порівняння спроможностей проводиться шляхом вибору зі списку якісних значень лінгвістичної змінної, а в клітинки таблиць автоматично проставляються відповідні кількісні значення та їх зворотні величини.

Узагальнений вигляд такої таблиці з прикладом результатів парного порівняння $C_1 – C_5$ за одним з критеріїв надано у табл. 3.6.

Далі по кожному рядку таблиці підраховується $Z_n(i,j)$ і проводиться їх нормування. В результаті опрацювання таблиці отримуємо нормовані значення оцінки j -им експертом всіх C_n у порівнянні з іншими спроможностями за i -им критерієм.

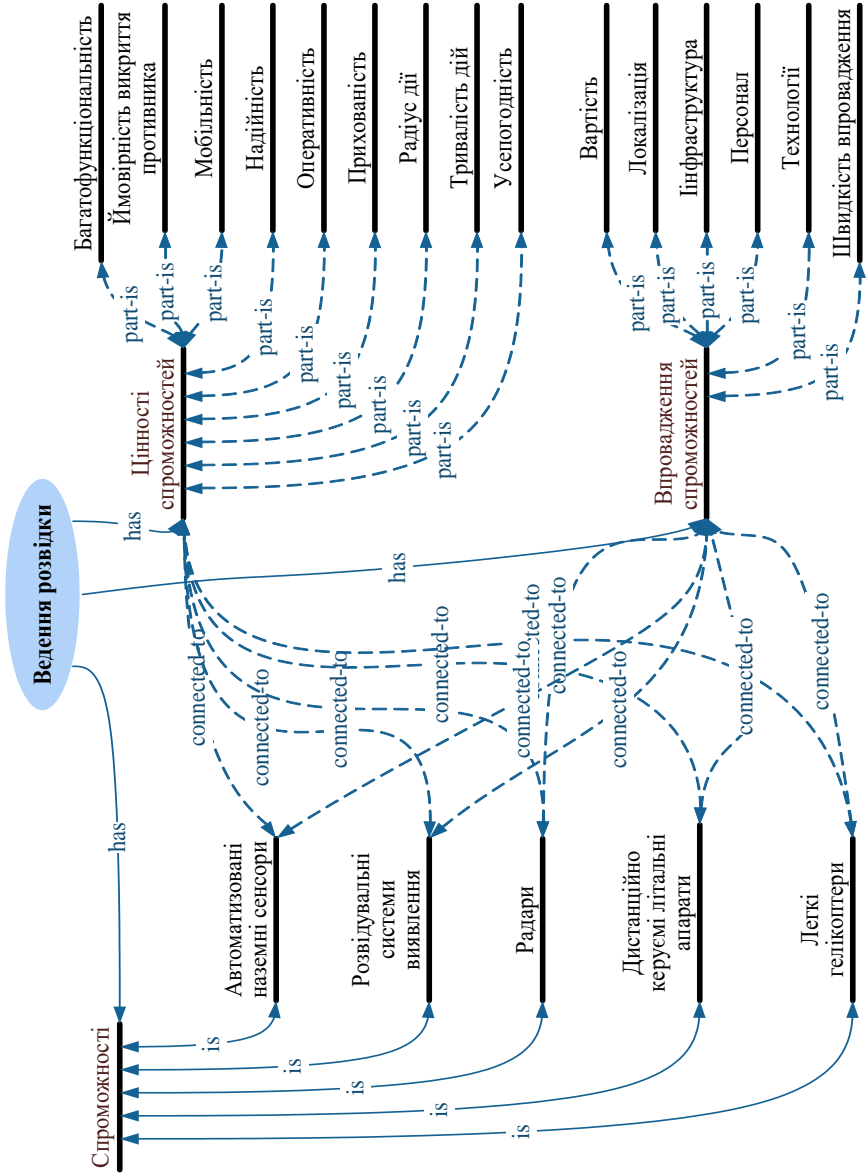


Рис. 3.6. Онтологія проблемної області забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії

3.3. Схема практичної реалізації отриманих рішень на прикладі типової задачі

Таблиця 3.3

Перелік спроможностей (альтернатив)

№ з/п	Назва спроможності	Позначення спроможності
1.	Автоматизовані наземні сенсори для спостереження, виявлення цілей та розвідки	<i>C1</i>
2.	Ближня розвідка за допомогою вдосконаленої розвідувальної системи виявлення та розпізнавання цілей	<i>C2</i>
3.	Радар встановлення місцезнаходження вогневих засобів розвідки, спостереження, виявлення цілей та розвідки технічними засобами	<i>C3</i>
4.	Дистанційно керуємиий літальний апарат середньої висоти	<i>C4</i>
5.	Легкий гелікоптер загального призначення	<i>C5</i>

Таблиця 3.4

Перелік критеріїв цінності спроможностей

Критерії цінності спроможностей (<i>K1</i>)	
Назва критерію	Позначення
Багатофункціональність	<i>K101</i>
Ймовірність викриття противника	<i>K102</i>
Мобільність	<i>K103</i>
Надійність	<i>K104</i>
Оперативність	<i>K105</i>
Прихованість	<i>K106</i>
Радіус дії	<i>K107</i>
Тривалість дій	<i>K108</i>
Усепогодність	<i>K109</i>

Таблиця 3.5

Перелік критеріїв можливості впровадження спроможностей

Критерії можливості впровадження (<i>K2</i>)	
Назва критерію	Позначення
Вартість	<i>K201</i>
Локалізація	<i>K202</i>
Наявність інфраструктури	<i>K203</i>
Наявність підготовленого персоналу	<i>K204</i>
Наявність технологій	<i>K205</i>
Швидкість впровадження	<i>K206</i>

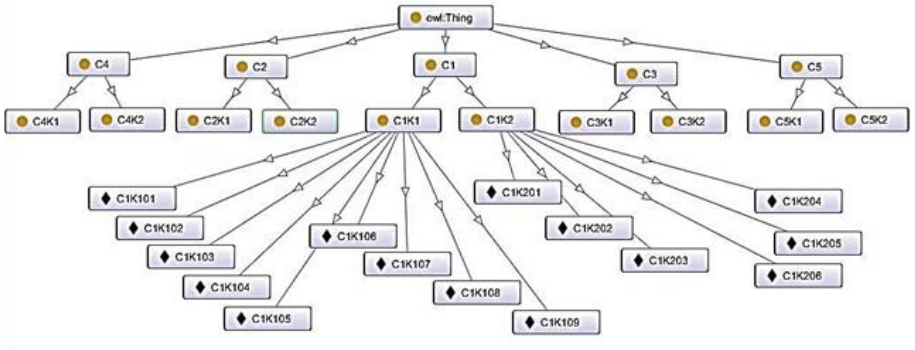


Рис. 3.7. Таксономія прикладу задачі ранжування (вибору) спроможностей за їх характеристиками для забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії

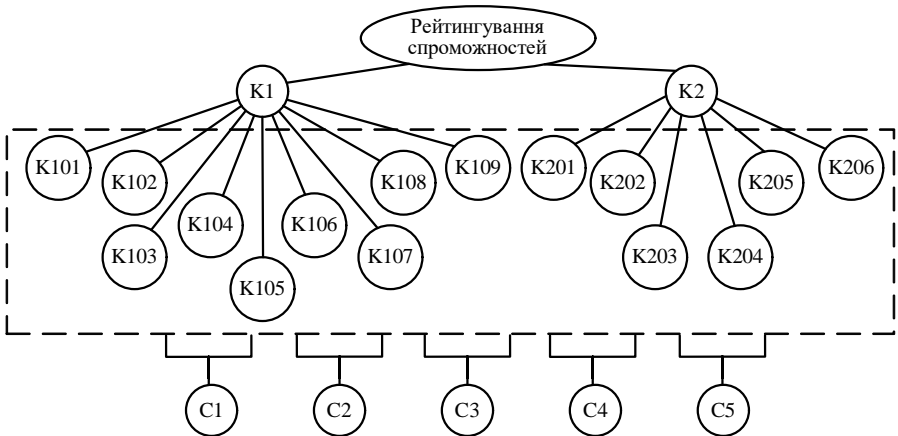


Рис. 3.8. Ієрархія критеріїв для визначення рейтингу спроможностей

На нижньому рівні ієрархії кожен експерт формує із застосуванням графового інтерфейсу по 15 таких таблиць – 9 для першого та 6 для другого куша. Далі по кожному рядку таблиці підраховується $Z_n(i, j)$ і проводиться їх нормування. В результаті опрацювання таблиці отримуємо нормовані значення оцінки j -им

3.3. Схема практичної реалізації отриманих рішень на прикладі типової задачі

експертом всіх C_n , $n = 1, \dots, 5$, у порівнянні з іншими спроможностями за i -им критерієм.

Таблиця 3.6

Приклад таблиці для обчислення парних порівнянь спроможностей з наповненням за критерієм К105 (оперативність)

Критерій K_{105}	$C1$ $H_{n,1}(i,j)$	$C2$ $H_{n,2}(i,j)$	$C3$ $H_{n,3}(i,j)$	$C4$ $H_{n,4}(i,j)$	$C5$ $H_{n,5}(i,j)$	Середнє геометричне $Z_n(i,j)$	Нормоване 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
λ_{max}	5,1986						
IУ	0,0496						
ВУ	4,43%						

Використовуючи скалярну згортку з урахуванням вагових коефіцієнтів критеріїв i , якщо потрібно, вагових коефіцієнтів експертів отримуємо для кожної C_n узагальнені по всім експертам за всіма критеріями 1-го куца оцінки $X_{n(1)}$:

$$X_{n(1)} = \sum_{i=1}^{|K1|} \left(\sum_{j=1}^M X(i, j) R(j) \right) P(i), \quad (3.1)$$

де $|K1|$ – кількість критеріїв у 1-му куці. Аналогічно обчислюються $X_{n(2)}$ для 2-го куца. Після цього здійснюється композиція критеріїв шляхом згортки оцінок по кожному куцу з урахуванням вагових коефіцієнтів критеріїв першого рівня:

$$X_n = X_{n(1)} P_{n(1)} + X_{n(2)} P_{n(2)}, \quad (3.2)$$

3. АЛГОРИТМ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ

де $P_{n(1)}$ і $P_{n(2)}$ – відповідно вага критеріїв 1-го рівня (відповідність завданню і можливість впровадження). В результаті буде отриманий ранжований перелік оцінок X_n , на підставі яких приймається рішення щодо вибору спроможності C_n , найбільш прийнятної для виконання завдання. У разі, коли ієрархія критеріїв має багаторівневу структуру, узагальнення оцінок різних рівнів проводиться знизу вгору за методом вкладених згорток.

Приклад кроків порівнянь експерта, що приводять до кінцевого транзитивного турніру, який відповідає табл. 3.6, наведений у (3.3) та на рис. 3.9.

$$1.C2 \sim C5 \left\{ \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} 2.C1 \succ C3 \\ 3.C3 \succ C4 \end{array} \right\} \Rightarrow C1 \succ C4 \\ 4.C4 \succ C2 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{pmatrix} C1 \succ C2 \\ C3 \succ C2 \end{pmatrix}. \quad (3.3)$$

З цього прикладу видно, що автоматично будуть виявлятися три транзитивні замкнення, підказує це експерту і тим самим спрощує його діяльність. Якщо експерт вибирає такий шлях, кількість кроків вибору порівнянь може бути значно меншою, ніж вищезазначені $N(N-1)/2$ (у цьому прикладі лише 4 кроки).

Як вказувалось, візуалізація на графі допомагає експерту й для досягнення більшої кардинальної узгодженості. Приміром, якщо підграф для трьох спроможностей після транзитивного замкнення буде виглядати як зображено на рис. 3.10а, алгоритм з метою покращення кардинальної узгодженості запропонує експерту скорегувати свою думку, наприклад, таким чином, як наведено на рис. 3.10б.

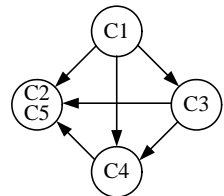


Рис. 3.9.
Транзитивний турнір для прикладу табл. 3.6

3.3. Схема практичної реалізації отриманих рішень на прикладі типової задачі

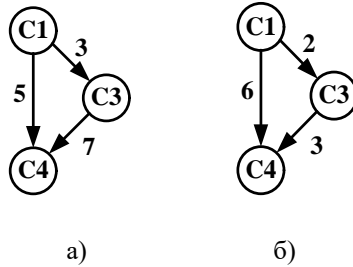


Рис. 3.10. Ілюстрація досягнення більшої кардинальної узгодженості
а – підграф для трьох спроможностей після транзитивного замкнення; б –
підказка корегування з метою покращення кардинальної узгодженості

Алгоритм експертного оцінювання спроможностей з використанням інтеграційного методу реалізований в експериментальному зразку програмного інструментарію оцінювання спроможностей в оборонному плануванні, короткий опис якого наведений далі.

РОЗДІЛ 4.



ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИЙ ЗРАЗОК ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ В ОБОРОННОМУ ПЛАНУВАННІ

4.1 Функціональність та архітектурна модель даних експериментального зразка

Підтримка експертної діяльності за інтеграційним методом розв’язання багатокритеріальних задач оцінювання спроможностей сил оборони, опис якого викладений у попередніх розділах монографії, реалізована у вигляді експериментального зразка програмного інструментарію (ЕЗ).

Для більш лаконічного позначення процедури застосування методів модифікованого схвального голосування і відносної більшості щодо альтернатив та критеріїв в ЕЗ використовуються терміни “Рейтинги альтернатив” і “Рейтинги критеріїв”.

Логічна модель ЕЗ представлена у вигляді переліку та призначення основних таблиць БД ЕЗ (табл. 4.1) та структури і зв’язків цих таблиць (рис. 4.1, 4.2).

Таблиця 4.1

Перелік та призначення основних таблиць БД експериментального зразка

Таблиця	БД	Визначення
experts		Експерти
tasks		Всі завдання
alternatives		Альтернативи
criteria		Критерії
libalternatives		Бібліотека альтернатив
libcriteria		Бібліотека критеріїв
wrefs		Оцінки
ralts		Початковий рейтинг альтернатив
statuses		Стани завдання
feedbacks		Питання до розробника
ratings		Реєстр оцінок
layouts		Вигляд СПР
params		Параметри системи
roles		Ролі
users		Користувачі
password_resets		Завдання перепризначення паролю
ustatuses		Статус
qalternatives		Попарна оцінка альтернатив
wcriteria		Попарна вага критеріїв
rcriteria		Рейтинг критеріїв
walternatives		Рейтинг альтернатив
wexperts		Рейтинг експертів

4. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИЙ ЗРАЗОК ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ

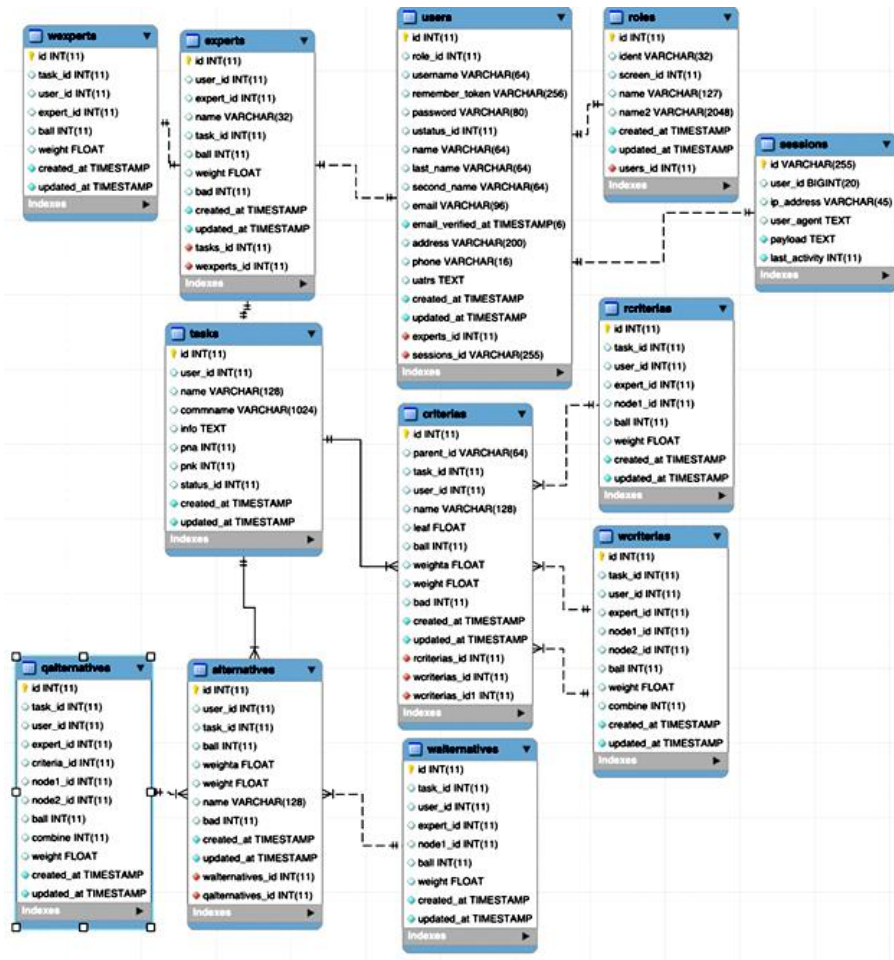


Рис. 4.1. Структура та зв'язки основних таблиць БД ЕЗ

Експериментальний зразок програмного інструментарію оцінювання спроможностей в оборонному плануванні забезпечує:

- можливість введення у якості альтернатив та критеріїв понять з побудованою ієрархічною таксономією даних;
- підтримку методу модифікованого схвального голосування;

4.1. Функціональність та архітектурна модель даних

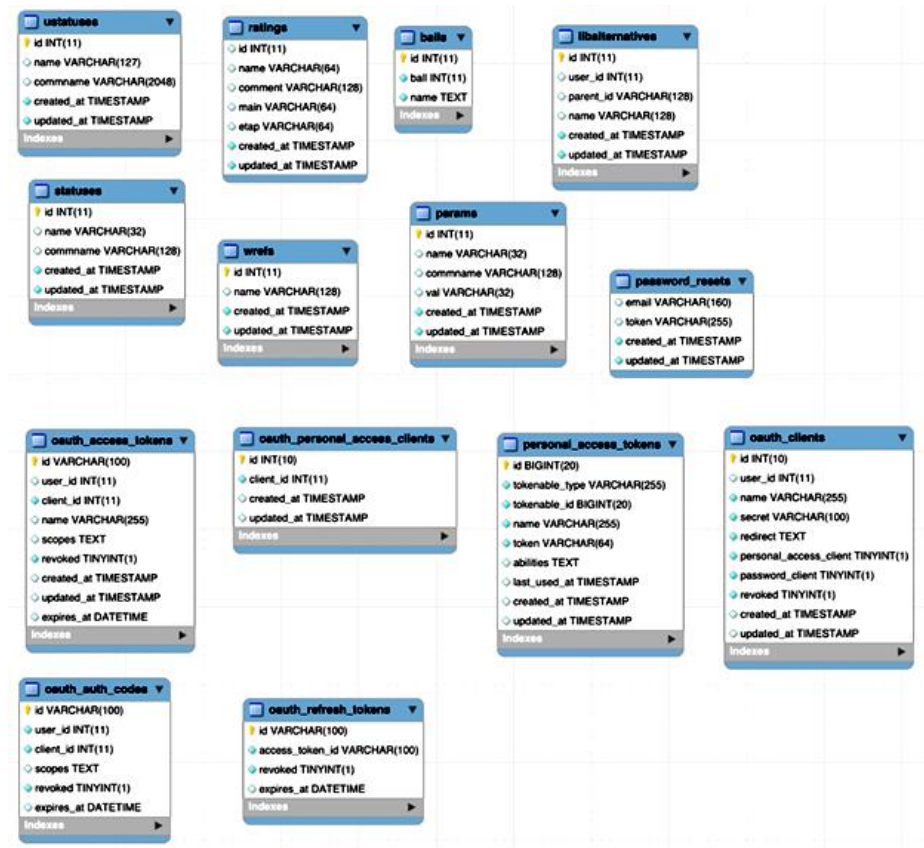


Рис. 4.2. Структура допоміжних таблиць БД ЕЗ

- підтримку методу аналізу ієрархій з можливістю парних порівнянь альтернатив за різними критеріями із використанням лінгвістичної змінної (шкали) і графового інтерфейсу;
- автоматичну підтримку транзитивної узгодженості суджень експертів;
- можливість змінювати експертам свої судження до завершення процедури оцінки;

- узагальнення результатів оцінювання декількох експертів з урахуванням їх вагових коефіцієнтів.

4.2. Інтерфейс експериментального зразка

Експериментальний зразок програмного інструментарію забезпечує простий веб-інтерфейс для одночасної роботи декількох експертів із застосуванням графічних елементів (таблиць, дерев, графів, меню різних кольорів).

Користувач ЕЗ має бути зареєстрованим. Зареєстровані користувачі можуть увійти до програми, введенням логіну (e-mail) та пароллю.

Кожному користувачу адміністратор або модератор після реєстрації присвоюють певну роль. Роль визначає права та обмеження користувача щодо доступу до програми, редагування та одержання певної інформації. передбачені в ЕЗ ролі наведено в табл. 4.2.

На рис.4.4 наведений скріншот головного екрану ЕЗ з кнопками, спільними для більшості форм та відповідних операцій, а також коментарі до кнопок.

Головний екран має дві складові:

- ліворуч: меню –для переходу на потрібну форму.
- праворуч: поточна екранна форма – показує потрібну в даному контексті інформацію.

Форма “Меню” (рис. 4.5) використовується для швидкого переходу на потрібну форму.

На рис. 4.6 наведений екран для реєстрації користувача в системі та входу в систему.

Форма “Перелік завдань” містить перелік всіх завдань, зареєстрованих в системі.

За допомогою кнопки “Редагувати” можна змінити максимальну кількість альтернатив і критеріїв, що розглядаються, та встановити новий статус завдання.

Таблиця 4.2

Ролі користувачів експериментального зразка

Роль	Права та обмеження
Гість	автоматично присвоюється користувачу після реєстрації в системі і має обмежену функціональність
Адміністратор	адміністратор системи
Тестер	технологічна роль розробника системи
Експерт	роль дозволяє виконувати всі основні операції (крім віднесених до повноважень Адміністратора), працювати зі всіма власними даними
Головний/відповідальний експерт	дозволяє виконувати всі основні операції (крім віднесених до повноважень Адміністратора), працювати зі всіма даними, як власними, так і інших експертів
Модератор	роль дозволяє виконувати всі основні операції (крім віднесених до повноважень Адміністратора), працювати зі всіма власними даними та переглядати даними інших експертів
Керівник /замовник	роль дозволяє переглядати всі дані, контролює поточний стан виконання завдання

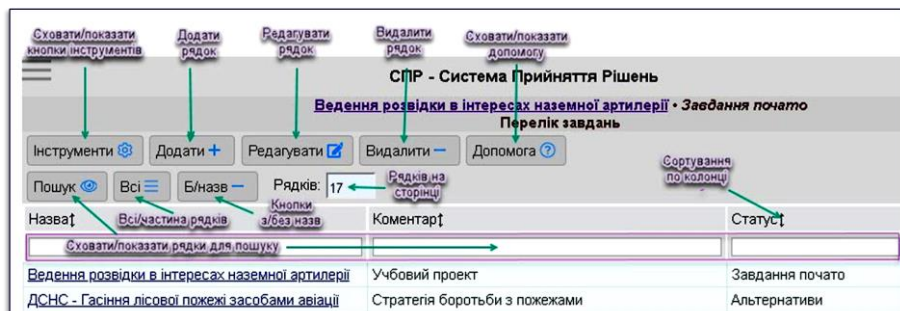


Рис. 4.4. Скріншот головного екрану ЕЗ з коментарями



Рис. 4.5. Меню ЕЗ

Вхід до системи

Логін → Забули пароль ↻ Реєстрація 👤 Допомога 🗨

Email адреса:

Пароль:

Рис. 4.6. Реєстрація користувача та вхід в систему

Тільки модератору доступні кнопки:
Додати - створити нове завдання;
Редагувати - редагувати параметри завдання;
Видалити - видалити вибраний рядок.

Перехід до потрібного завдання виконується кліком на назві завдання.

Форма “Карта” (табл. 4.3) містить інформацію про дорожню карту виконання поточного завдання.

Таблиця 4.3

Форма “Карта”

Статус	Зміст етапу
Завдання почато	Визначення параметрів завдання
Експерти	Реєстрація експертів
Альтернативи	Створення переліку альтернатив
Критерії	Створення дерева критеріїв
Оцінка альтернатив	Схвальне голосування по альтернативах
Оцінка критеріїв	Схвальне голосування по критеріях
Попарна оцінка критеріїв	Попарна оцінка критеріїв методом аналізу ієрархій
Попарна оцінка альтернатив	Попарна оцінка альтернатив по кожному критерію методом аналізу ієрархій
Завдання завершено	Робота експертів над завданням завершена

Статус встановлює модератор в залежності від досягнення відповідних результатів. Для кожного значення статусу формується посилання на відповідні дії. Таким чином для кожного значення статусу відображається відповідний фрагмент дорожньої карти.

Кожен етап складається з:

- дій даного етапу;
- інформації для даного етапу (статистика виконання дорожньої карти).

На рис. 4.7 відображена статистика етапу “Попарна оцінка альтернатив” (доступно тільки для модератора):

- Всі – статистика по всіх експертах;
- Власні – статистика по активному експерту.

Інші етапи виглядають аналогічно та включають відповідні дії.

4. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИЙ ЗРАЗОК ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ

Етап: *Попарна оцінка альтернатив між собою по кожному критерию*

Дія:

- Попарна оцінка альтернатив
- Узагальнення оцінок альтернатив
- Перегляд альтернатив

Інформація:

- Не завершено попарне оцінювання критеріїв.

Належність: **Власні**

Рейтинги			Попарні оцінки	
Експерт:	Альтернатив:	Критерії:	Критерії:	Альтернатив:
1	5 з 5	15 з 15	15 з 31	62 з 120
	100%	100%	48%	52%

Рис. 4.7. Статистика попарної оцінки альтернатив

Форма “Експерти” (рис. 4.8) містить перелік експертів, які виконують поточне завдання. Вага кожного експерта впливає на результуючі оцінки критеріїв та альтернатив. Оцінка кожного експерта визначається модератором власноручно.

Експерт	Оцінка	Вага	Активний
Василь Ходаківський	3	0.136	✓
Юрій Макогонюк	4	0.182	✓
Валерій Поліщук	8	-	✗
Ігор Нетесін	9	0.409	✓

Рис. 4.8. Форма «Експерти»

Вага експерта обчислюється по формулі:

"Кількість балів оцінок експерта" / "Сума оцінок всіх експертів завдання" .

"Сума ваг всіх експертів завдання" = 1.

Враховуються тільки активні експерти.

Форма "Альтернативи" (рис. 4.9) містить альтернативи (альтернативні рішення), серед яких потрібно вибрати найкращі методом модифікованого схвального голосування.

Ведення розвідки в інтересах наземної артилерії • Завдання почато				
Альтернативи				
Інструменти	Додати +	Редагувати	Видалити -	Допомога
Ім'я	Рейтинг	Вага	Активний	
Ведення розвідки в інтересах наземної артилерії	-	-	X	
Автоматизовані наземні сенсори для спостереження, виявлення цілей та розвідки	-	-	X	
Ближня розвідка за допомогою вдосконаленої розвідувальної системи виявлення та розпізнавання цілей	-	-	X	
Радар встановлення місцезнаходження вогневих засобів розвідки, спостереження, виявлення цілей та розвідки технічними засобами	4	-	✓	
ДКЛА - середньої висоти	-3	-	✓	
Легкий вертоліт загального призначення	1	-	✓	
Легкий дрон	2	-	✓	
Авто дрон	1	-	✓	

Рис. 4.9. Альтернативи

Попередній вибір активних альтернатив здійснюється за допомогою форми "Рейтинги -> Альтернативи".

Оцінка кожної альтернативи здійснюється за допомогою форми "Оцінки → Альтернативи".

Враховуються тільки активні експерти та альтернативи.

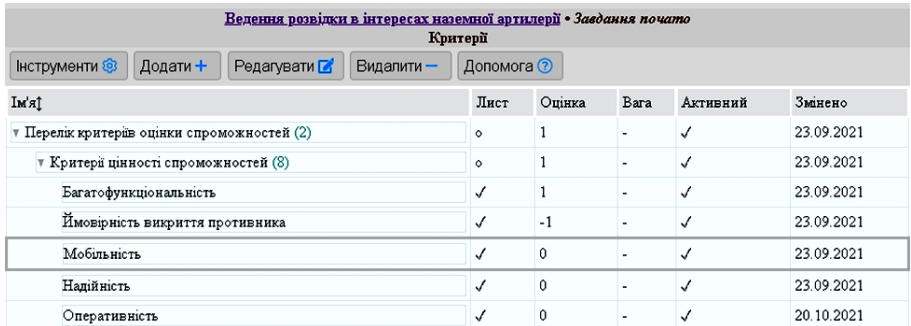
Альтернатива-переможець визначається найбільшим значенням в колонці "Вага".

Для кращого порівняння потрібно попередньо відсортувати альтернативи по колонці "Вага↑"

4. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИЙ ЗРАЗОК ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ

Форма “Критерії” (рис. 4.10) містить критерії вибору кращих альтернатив.

Попередній вибір активних критеріїв здійснюється за допомогою форми "Рейтинги -> Критерії".



Ім'я	Лист	Оцінка	Вага	Активний	Змінено
Перелік критеріїв оцінки спроможностей (2)	o	1	-	✓	23.09.2021
Критерій цінності спроможностей (8)	o	1	-	✓	23.09.2021
Багатофункціональність	✓	1	-	✓	23.09.2021
Ймовірність викриття противника	✓	-1	-	✓	23.09.2021
Мобільність	✓	0	-	✓	23.09.2021
Надійність	✓	0	-	✓	23.09.2021
Оперативність	✓	0	-	✓	20.10.2021

Рис. 4.10. Критерії

Оцінка кожного критерію виконується по відношенню до кожного з решти критеріїв по формулі:

"Сума оцінок по всіх експертах":

"Оцінка експерта" * "Вага експерта" / "Сума оцінок всіх експертів"

Вага кожного критерію здійснюється за допомогою форми "Оцінки -> Критерії".

Враховуються тільки активні експерти та критерії.

Більш значимі критерії визначаються більшим значенням в колонці "Вага".

Для кращого порівняння потрібно попередньо відсортувати критерії по колонці "Вага↑"

Форма “Імпорт” дозволяє виконати імпорт даних з вибраного завдання до поточного. Імпорт може виконати тільки модератор.

Форма “Попарна оцінка критеріїв” (рис. 4.11) використовується кожним експертом для попарної оцінки критеріїв окремо для кожного куща дерева критеріїв.

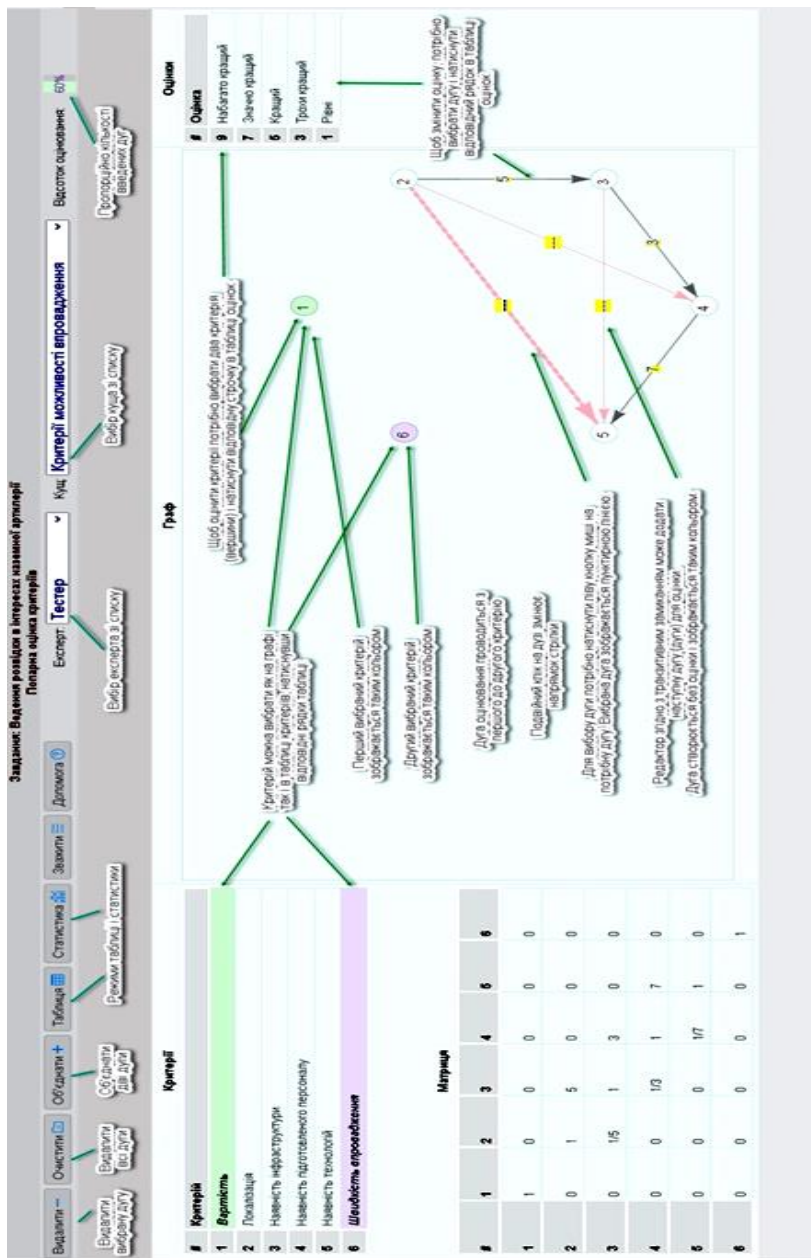


Рис. 4.11. Попарна оцінка критеріїв

4. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИЙ ЗРАЗОК ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ

Оцінки сумуються по всіх експертах та перетворюються в вагу кожного критерію. В результаті критерій з більшою вагою буде більше впливати на рейтинг альтернатив.

Всі куші одного рівня оцінюються незалежно.

Модератор може бачити оцінки інших експертів за допомогою вибору комбо-бокс "Експерт". Оцінки можна бачити в графовому інтерфейсі, а також у табличній формі (кнопка "Таблиця").

Більш детальний стан можна побачити за допомогою кнопки "Статистика".

Окрема форма призначена для визначення балів порівняння кожної пари критеріїв вибраного куща.

Форма "Попарна оцінка критеріїв – Критерії (Статистика)" показує відсоток завершення попарної оцінки критеріїв для кожного куща та кожного експерта. Оцінювання вважається завершеним, якщо всюди відображається 100%.

Форма "Попарна оцінка альтернатив" використовується кожним експертом для попарної оцінки альтернатив для кожного куща.

Оцінки обчислюються за допомогою скалярних згорток по всіх експертах та перетворюються в узагальнені оцінки по кожній альтернативі. В результаті альтернатива з більшою оцінкою буде визнана «найкращою»/найбільш прийнятною.

Аналогічно модератор може бачити оцінки інших експертів за допомогою вибору комбо-бокс "Експерт". Оцінки можна бачити в графовому інтерфейсі, а також у табличній формі (кнопка "Таблиця"). Більш детальний стан можна побачити за допомогою кнопки "Статистика".

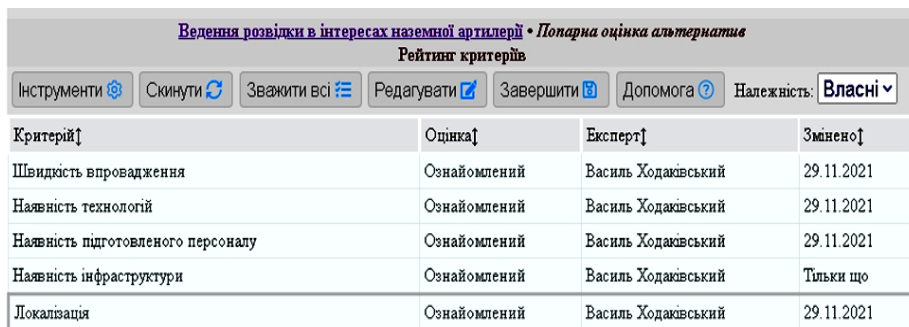
Форма "Попарна оцінка альтернатив – Альтернативи (Статистика)" показує відсоток завершення попарної оцінки альтернатив для вибраного куща по кожному експерту. Оцінювання вважається завершеним, якщо всюди відображається 100%.

Форма "Попарна оцінка альтернатив – Альтернативи" призначена для визначення порівняльних оцінок кожної пари альтернатив для вибраного куща.

4.2. Інтерфейс експериментального зразка

У формі “Рейтинг критеріїв” (рис. 4.12) рейтинг кожного критерію встановлюються кожним експертом для своєї копії переліку критеріїв шляхом визначення:

- Підтримую
- Заперечую
- Ознайомлений.



Критерій↓	Оцінка↓	Експерт↓	Змінено↓
Швидкість впровадження	Ознайомлений	Василь Ходаківський	29.11.2021
Наявність технологій	Ознайомлений	Василь Ходаківський	29.11.2021
Наявність підготовленого персоналу	Ознайомлений	Василь Ходаківський	29.11.2021
Наявність інфраструктури	Ознайомлений	Василь Ходаківський	Тільки що
Локалізація	Ознайомлений	Василь Ходаківський	29.11.2021

Рис. 4.12. Форма «Рейтинг критеріїв»

Модератор нормує оцінки всіх експертів та встановлює фінальний рейтинг (оцінку) кожного критерію у формі "Критерії". Враховуються тільки активні експерти та критерії.

Оцінка критерію використовується для відбракування маловажливих критеріїв та наступного переведення їх у стан неактивних.

Аналогічно у формі “Рейтинг альтернатив” (рис. 4.13) модератор нормує оцінки всіх експертів та встановлює фінальний рейтинг (оцінку) кожної альтернативи у формі "Альтернативи". Враховуються тільки активні експерти та альтернативи.

Оцінка альтернативи використовується для відбракування маловажливих альтернатив та наступного переведення їх в стан неактивних.

Форма “Оцінки за шкалою Сааті” (рис. 4.14) містить назви якісних оцінок за шкалою Сааті. Назви оцінок можна редагувати.

4. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИЙ ЗРАЗОК ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ

Ведення розвідки в інтересах наземної артилерії • Завдання почато
Оцінка альтернатив

Інструменти ⚙️ Скинути 🔄 Зважити всі ⚖️ Редагувати ✎ Завершити ⏏️ Допомога ? Належність: **Власні** ▾

Альтернатива	Оцінка	Експерт	Змінено
Радар встановлення місцезнаходження вогневих засобів розвідки, спостереження, виявлення цілей та розвідки технічними засобами	Підтримую	Василь Ходаківський	19.11.2021
ДКЛА - середньої висоти	Ознайомлений	Василь Ходаківський	19.11.2021
Легкий вертоліт загального призначення	Підтримую	Василь Ходаківський	19.11.2021

Рис. 4.13. Рейтинг альтернатив

Оцінки Сааті

Інструменти ⚙️ Додати + Допомога ?

Ім'я
Абсолютна перевага
Значна перевага
Перевага
Незначна перевага
Рівні

Рис. 4.14. Оцінки за шкалою Сааті

Форма “Початковий рейтинг альтернатив” (рис. 4.15) містить назви оцінок рейтингового голосування експертів. Форму можна використовувати для редагування назв оцінок.

Форма “Стани завдання” містить короткі та повні назви для етапів завдання. Ці назви використовуються в формі «Карта» та в заголовках форм для підказки назви поточного етапу.

Форма “Користувачі” дозволяє модератору редагувати атрибути користувачів системи, додавати або видаляти рядки форми.

Форма “Ролі” дозволяє модератору редагувати атрибути ролей системи, додавати або видаляти рядки форми.




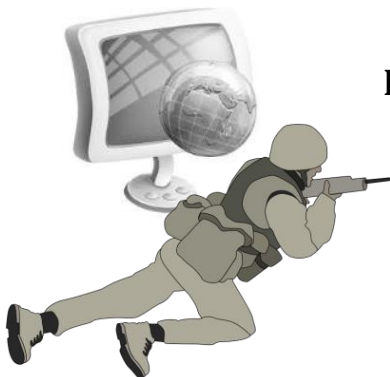
Початковий рейтинг альтернатив		
Інструменти 	Додати 	Допомога 
Ім'я↓	Змінено↓	
підтримую	23.09.2021	
заперечує	23.09.2021	
ознайомлений	23.09.2021	

Рис. 4.15. Початковий рейтинг альтернатив

Інтерфейс експериментального зразка реалізований із застосуванням сучасних інформаційних технологій, зокрема мови програмування TypeScript 6.0 у середовищі прогресивного JavaScript-фреймворку VueJS 3.0.

РОЗДІЛ 5.



АПРОБАЦІЯ ІНТЕГРАЦІЙНОГО МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗРАЗКА ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ

5.1. Задача ведення розвідки в інтересах наземної артилерії

5.1.1. Постановка задачі

Для апробації інтеграційного методу була визначена типова задача, яка виникає під час оборонного планування у Міністерстві оборони України. Її вирішення традиційними методами проілюстровано в Рекомендаціях з оборонного планування на основі спроможностей (далі – Рекомендації) [6]. Задача (завдання) ведення розвідки в інтересах наземної артилерії виникає в ході оборонного планування на основі спроможностей. Важливим фактором при виборі цього завдання для апробації інтеграційного методу було використання саме його у якості прикладу у Додатку 4 до Рекомендацій з наведенням методів оцінювання і результатів ранжування відповідних технічних

5.1. Задача ведення розвідки в інтересах наземної артилерії

засобів (носіїв спроможностей – НС), найбільш ефективних для виконання даного завдання. Таким чином, порівняння результатів моделювання і обчислення цього завдання засобами інтеграційного методу (ІМ) з результатами, наведеними у Рекомендаціях, дали б змогу оцінити і підтвердити коректність і достовірність розроблених авторами алгоритмів і їх програмної реалізації.

У частині 1 даної монографії [56] частково описана постановка цієї задачі і підхід до її вирішення, який базується на застосуванні ІМ. Нижче наведений короткий опис цього прикладу та результати апробації інтеграційного методу з використанням експериментального зразка програмного інструментаю на цьому прикладі.

5.1.2. Приклад постановки задачі і методів її вирішення в Рекомендаціях з оборонного планування на основі спроможностей

У Рекомендаціях визначені 5 НС, наведених у табл. 5.1. З них необхідно вибрати оптимальний варіант для розвитку і застосування, виходячи з 14 критеріїв оцінювання, заданих у табл. 5.2.

Таблиця 5.1

Перелік НС (альтернатив)

№	Назва НС
1	Автоматизовані наземні сенсори для спостереження, виявлення цілей та розвідки
2.	Ближня розвідка за допомогою вдосконаленої розвідувальної системи виявлення та розпізнавання цілей
3	Радар встановлення місцезнаходження вогневих засобів розвідки, спостереження, виявлення цілей та розвідки технічними засобами
4	Дистанційно-керований літальний апарат (ДКЛА) середньої висоти
5	Легкий вертоліт загального призначення

На першому етапі розв’язання задачі кількість критеріїв цінності в Рекомендаціях була скорочена з 9 до 5 методом перехресного аналізу впливу (табл. 5.3). Після цього перелік критеріїв прийняв вигляд, наведений у табл. 5.4.

Таблиця 5.2

Критерії оцінювання НС

Критерії відповідності завданню (цінності НС)	Критерії можливості впровадження НС
Оперативність	Низька вартість
Прихованість	Швидкість впровадження
Всепогодність	Наявність підготовленого персоналу
Тривалість дій	Наявність технологій
Багатофункціональність	Наявність інфраструктури
Радіус дій	
Надійність	
Ймовірність викриття противника	
Мобільність	

Таблиця 5.3

Результат застосування в Рекомендаціях методу перехресного аналізу впливу

Критерії	Оперативність	Прихованість	Всепогодність	Тривалість дій	Багатофункціональність	Радіус дії	Надійність	Ймовірність викриття	Мобільність	Σ
Оперативність	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Прихованість	0	0	0	0	0	0	0	Н	П	0
Всепогодність	0	0	0	0	П	0	П	0	0	0
Тривалість дій	0	0	0	0	П	0	П	Н	0	1
Багатофункціональність	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Радіус дії	0	0	0	0	0	0	0	Н	0	-1
Надійність	0	0	П	П	0	0	0	П	0	3
Ймовірність викриття противника	0	Н	0	П	П	Н	П	0	0	1
Мобільність	П	0	П	0	0	0	0	0	0	2

Примітка: П – позитивно вплив; О – відсутній вплив; Н – негативний вплив

П = 1; П + П = 2; П + Н = 0; Н = - 1; Н + Н = - 2.

Таблиця 5.4

Критерії оцінювання НС

Критерії цінності НС	Критерії можливості впровадження НС
Оперативність	Низька вартість
Ймовірність викриття противника	Швидкість впровадження
Надійність	Наявність підготовленого персоналу
Тривалість дій	Наявність технологій
Мобільність	Наявність інфраструктури

Далі методом експертних оцінок (методом Делфі) визначаються бальні вагові коефіцієнти критеріїв із застосуванням шкали [0-10] та бальні оцінки НС за цими критеріями за такою ж шкалою. Ці значення перемножувалися за кожним критерієм і потім підсумовувалися по усіх критеріях окремо цінності НС і окремо можливості впровадження, після чого із застосуванням діаграми Парето (рис. 5.1) робиться висновок щодо НС оптимальних для розвитку/застосування та резервних НС.

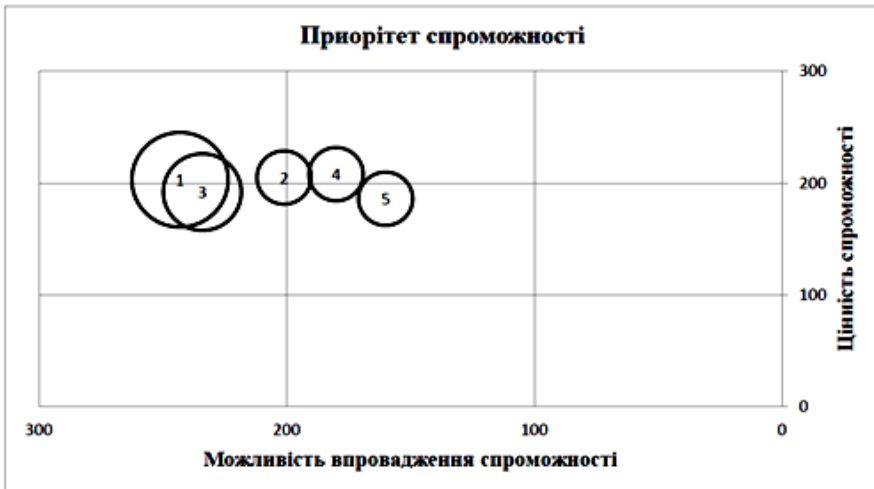


Рис. 5.1. Результат ранжування НС із застосуванням діаграми Парето

У якості результату зроблений висновок: оптимальними для розвитку/застосування є автоматизовані наземні сенсори для спостереження, виявлення цілей та розвідки (1) та радарні встановлення місцезнаходження вогневих засобів розвідки, спостереження, виявлення цілей та розвідки технічними засобами (3). Резервними для розвитку/застосування по пріоритетності визначені: ближня розвідка за допомогою вдосконаленої розвідувальної системи виявлення та розпізнавання цілей (2), ДКЛА середньої висоти (4), легкий вертоліт загального призначення (5).

Треба відзначити, що основний час діяльності експертів у цьому підході витрачається на застосування методу Делфі, який об'єднує у собі такі етапи:

- опитування експертів шляхом розсилки анкет із запитаннями;
- отримання відповідей, їх аналіз і розсилка нового покращеного опитувальника;
- повторення цих кроків, поки не буде досягнута узгодженість експертів по всіх запитаннях.

Це призводить до великого інтелектуального та організаційно-технічного навантаження на організаторів проведення експертного опитування, потребує багато часу (іноді до місяця) та анонімності експертів, що ще більше ускладнює весь процес.

5.1.3. Апробація інтеграційного методу та експериментального зразка програмного інструментарію

Відповідно до етапності застосування ІМ була сформована група з 3-х експертів, один з яких – відповідальний експерт/модератор, які інтерпретували результати оцінювання критеріїв та НС, наведені у Рекомендаціях, з метою застосування, де це доцільно, методу модифікованого схвального голосування та проведення відповідних якісних порівнянь як критеріїв так і НС із застосуванням методу аналізу ієрархій з графовим інтерфейсом за усіченою шкалою Т. Сааті (табл. 5.5) таким чином, щоб вони більш-менш точно відповідали

співвідношенням бальних оцінок, наданих експертами МО, залученими до опрацювання прикладу з Рекомендацій.

Таблиця 5.5

У січена шкала Т. Сааті (без зворотних значень: 1/3, 1/5, 1/7, 1/9)

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/еквівалентні/не мають переваги	1

Замість використання методу перехресного аналізу впливу для зменшення кількості критеріїв цінності з 9 до 5 був застосований метод модифікованого схвального голосування, який з точки зору критеріїв, які є найбільш ваговими серед усіх критеріїв для оцінювання НС, дав за підсумковими оцінками 3-х експертів спочатку множину не з 5, а з 7 критеріїв: оперативність (3 бали), надійність (3), мобільність (2), ймовірність викриття противника (2), прихованість (1), тривалість дій (1), всепогодність (1). Це сталося тому, що 5-й, 6-й і 7-й критерії у порядку спадання кількості набраних балів набрали однакову кількість балів – по 1. Тому для визначення 5-го критерію, був додатково задіяний метод відносної більшості, в результаті якого найбільшу кількість балів серед цих трьох критеріїв набрали два критерії: тривалість дій (2) і прихованість (2) та відповідно всепогодність (1). У цьому випадку рішення щодо остаточного визначення 5-го критерію приймав відповідальний експерт, який віддав перевагу критерію тривалість дій. Потрібно відмітити, що це рішення було прийнято навмисно, щоб був забезпечений збіг з п'ятьма критеріями цінності з Рекомендацій для подальшого проведення порівняння методів на наступних етапах оцінювання НС. Таким чином за методами модифікованого схвального голосування і відносної більшості до

множини критеріїв цінності НС увійшли критерії зазначені у табл. 5.4. Представимо ці критерії у вигляді ієрархічної структури (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Критерії оцінювання НС у прийнятому в ІМ вигляді ієрархії

Далі експерти, які працюють за інтеграційним методом, перетворювали оцінки, які наведені у Рекомендаціях у балах, у якісні оцінки парних порівнянь, моделюючи рішення військових експертів, якби вони від самого початку працювали за ІМ. Наприклад, якщо ваги п'ятих критеріїв у Рекомендаціях мають по важливості наступні бальні оцінки: 8, 7, 6, 4, 5 (табл. 5.6), тоді при порівнянні, за думкою експерта, перший критерій скоріш за все мав би «незначну перевагу» над другим або були б «рівні», просто «перевагу» над третім, «абсолютну перевагу» над четвертим, «перевагу» або «значну перевагу» над п'ятим. Результуючий граф порівнянь (одного з експертів за інтеграційним методом) критеріїв цінності НС, який відповідає бальним пріоритетам (вагам) з Рекомендацій наведений на рис. 5.3.

Таблиця 5.6

Дані з Рекомендацій щодо ваг критеріїв відповідності завданню (цінності НС)

Критерій оцінювання	Пріоритет (Вага)	1. ISTAR-UGS		2. ISTAR-REC-CLOSE		3. ISTAR-WLR		4. UAS-MA		5. AVN-HUL	
		Відповідність завданню (1-10) Бал 2*3		Відповідність завданню (1-10) Бал 2*5		Відповідність завданню (1-10) Бал 2*7		Відповідність завданню (1-10) Бал 2*9		Відповідність завданню (1-10) Бал 2*11	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Оперативність	8	9	72	4	32	8	64	5	40	4	32
Ймовірність викриття противника	7	10	70	7	49	5	35	7	49	4	28
Надійність	6	6	36	8	48	9	54	6	36	5	30
Тривалість дій	4	10	40	8	32	9	36	5	20	5	20
Мобільність	5	5	25	8	40	9	45	7	35	10	50
$\Sigma =$	30		243		201		234		180		160

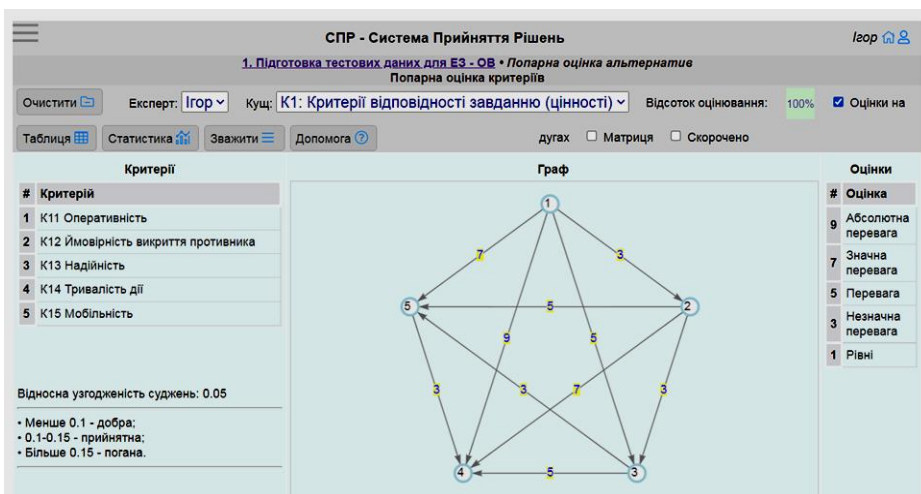


Рис. 5.3. Результуючий граф порівняльних оцінок критеріїв цінності НС (одного з експертів за інтеграційним методом)

5. АПРОБАЦІЯ ІНТЕГРАЦІЙНОГО МЕТОДУ

Аналогічно були проведені порівняння для критеріїв можливості впровадження. У відповідній таблиці Рекомендацій (табл. 5.7) ці бальні оцінки 10, 8, 5, 7, 4 (вони також названі пріоритетами). Одним з експертів отримано такий результуючий граф (рис. 5.4).

Таблиця 5.7

Дані щодо ваг (пріоритетів) критеріїв можливості впровадження з
Рекомендацій

Критерії оцінювання	Пріоритет (max = 10)	1. ISTAR-UGS		2. ISTAR-REC-CLOSE		3. ISTAR-WLR		4. UAS-MA		5. AVN-HUL	
		Відповідність критерію	Бал 2*3	Відповідність критерію	Бал 2*5	Відповідність критерію	Бал 2*7	Відповідність критерію	Бал 2*9	Відповідність критерію	Бал 2*11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Низька вартість	10	7	70	6	60	5	50	5	50	3	30
Швидкість впровадження	8	6	48	7	56	5	40	9	72	5	40
Наявність підготовленого персоналу	5	5	25	6	30	7	35	4	20	7	35
Наявність технологій	7	4	28	5	35	5	35	6	42	7	49
Наявність інфраструктури	4	8	32	6	24	8	32	6	24	8	32
$\Sigma =$		30	203	30	205	30	192	30	208	30	186

Після визначення ваг критеріїв за аналогічною процедурою експерти провели порівняння НС за усіма 10 критеріями. Дані щодо бальних оцінок альтернатив за критеріями відповідності завданню (цінності) з Рекомендацій наведені у табл. 5.8. Для прикладу в таблиці виділені бали за критерієм «Оперативність». Отримано результуючий граф (рис. 5.5).

Дані щодо бальних оцінок альтернатив за критеріями можливості впровадження з Рекомендацій наведені у табл. 5.9.

Для прикладу на рис. 5.6 показано результат порівнянь НС за критерієм «Наявність технологій» інтеграційним методом (одного з експертів).

5.1. Задача ведення розвідки в інтересах наземної артилерії

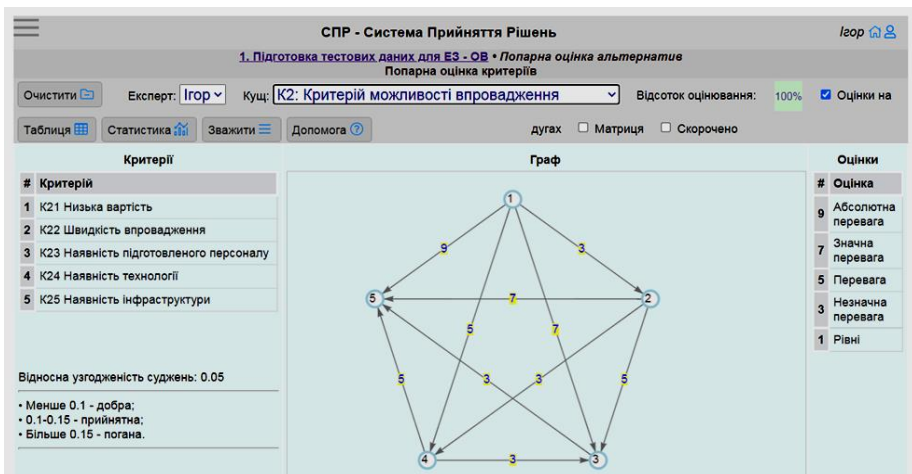


Рис. 5.4. Результуючий граф порівняльних оцінок критеріїв можливості впровадження НС (одного з експертів за інтеграційним методом)

Таблиця 5.8

Дані щодо бальних оцінок НС за критеріями цінності НС з Рекомендацій

Критерій оцінювання	Пріоритет (Вага)	1. ISTAR-UGS		2. ISTAR-REC-CLOSE		3. ISTAR-WLR		4. UAS-MA		5. AVN-HUL	
		Відповідність завданню (1-10)	Бал 2*3	Відповідність завданню (1-10)	Бал 2*5	Відповідність завданню (1-10)	Бал 2*7	Відповідність завданню (1-10)	Бал 2*9	Відповідність завданню (1-10)	Бал 2*11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Оперативність	8	9	72	4	32	8	64	5	40	4	32
Ймовірність викриття противника	7	10	70	7	49	5	35	7	49	4	28
Надійність	6	6	36	8	48	9	54	6	36	5	30
Тривалість дій	4	10	40	8	32	9	36	5	20	5	20
Мобільність	5	5	25	8	40	9	45	7	35	10	50
$\Sigma =$	30		243		201		234		180		160

5. АПРОБАЦІЯ ІНТЕГРАЦІЙНОГО МЕТОДУ

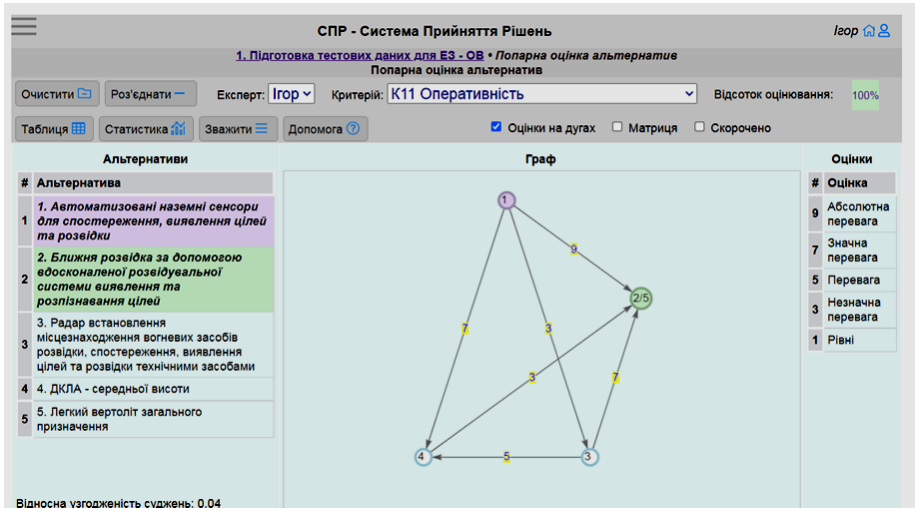


Рисунок 5.5. Результуючий граф порівняльних оцінок НС за критерієм «Оперативність» (одного з експертів за інтеграційним методом)

Таблиця 5.9

Дані щодо бальних оцінок НС за критеріями можливості впровадження НС з Рекомендацій

Критерії оцінювання	Пріоритет (max = 10)	1. ISTAR-UGS		2. ISTAR-REC-CLOSE		3. ISTAR-WLR		4. UAS-MA		5. AVN-HUL	
		Відповідність критерію Бал 2*3	Відповідність критерію Бал 2*5	Відповідність критерію Бал 2*7	Відповідність критерію Бал 2*9	Відповідність критерію Бал 2*11					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Низька вартість	10	7	70	6	60	5	50	5	50	3	30
Швидкість впровадження	8	6	48	7	56	5	40	9	72	5	40
Наявність підготовленого персоналу	5	5	25	6	30	7	35	4	20	7	35
Наявність технологій	7	4	28	5	35	5	35	6	42	7	49
Наявність інфраструктури	4	8	32	6	24	8	32	6	24	8	32
$\Sigma =$		30	203	30	205	30	192	30	208	30	186

5.1. Задача ведення розвідки в інтересах наземної артилерії

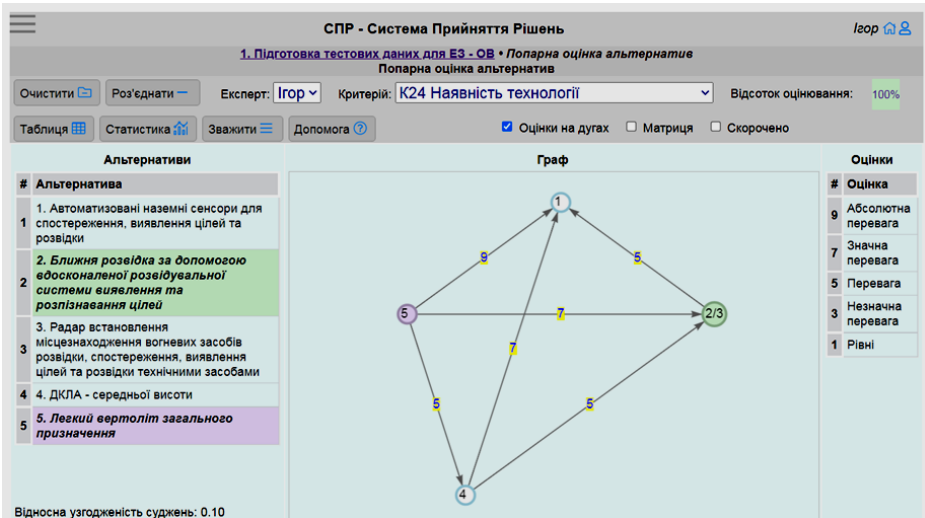


Рис. 5.6. Результуючий граф порівняльних оцінок НС за критерієм «Наявність технологій» (одного з експертів за інтеграційним методом)

5.2. Результати апробації інтеграційного методу

Після проведення кожним з трьох експертів попарних порівнянь всіх НС (альтернатив) окремо за критеріями відповідності (цінності) НС та окремо за критеріями можливості впровадження, отримані оцінки були узагальнені із використанням лінійної згортки (вагові коефіцієнти всіх експертів були прийняті рівними – по 1/3). В результаті були отримані числові значення і відповідні пріоритети у їх ранжованому порядку (табл. 5.10).

Виходячи з даних табл. 5.10 можна констатувати, що результати ранжування НС альтернатив за інтеграційним методом з метою визначення НС, найбільш оптимальних для застосування (розвитку) для виконання завдання забезпечення ведення розвідки в інтересах наземної артилерії, практично співпали з результатами їх ранжування за методами, наведеними в Рекомендаціях.

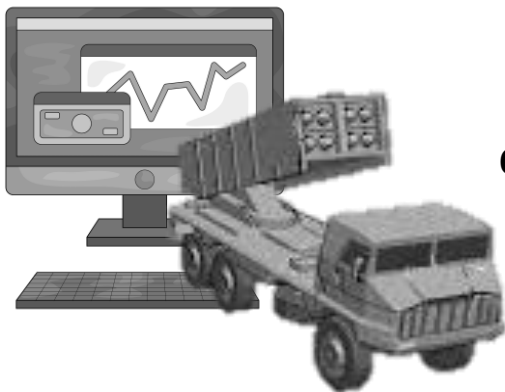
Таблиця 5.10

Результати оцінювання та ранжування НС за інтеграційним методом (ІМ) у порівнянні з результатами їх оцінювання, наведеними у Рекомендаціях

Но- мер НС	Назва носія спроможності (НС)	Загальна оцінка НС за ІМ	Пріоритет НС за ІМ	Пріоритет НС за Рекомендаціями
1	Автоматизовані наземні сенсори для спостереження, виявлення цілей та розвідки	0,336	1	1
2	Ближня розвідка за допомогою вдосконаленої розвідувальної системи виявлення та розпізнавання цілей	0,148	3	3
3	Радар встановлення місцезнаходження вогневих засобів розвідки, спостереження, виявлення цілей та розвідки технічними засобами	0,257	2	2
4	Дистанційно-керований літальний апарат (ДКЛА) середньої висоти	0,128	5	4
5	Легкий вертоліт загального призначення	0,131	4	5

Перші три місця співпали повністю, а четверте та п'яте дуже близькі один до одного, що також відповідає їх близькому розташуванню на діаграмі Парето (рис. 5.1).

Це, відповідно до вимог до результатів апробації, сформульованих на початку параграфу 5.1, значною мірою підтверджує коректність і достовірність розроблених авторами алгоритмів інтеграційного методу та їх програмної реалізації.



РОЗДІЛ 6. ОГЛЯД СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБОРОННОГО ПЛАНУВАННЯ

6.1. Особливості використання спеціального програмного забезпечення оборонного планування НАТО¹

Особливостями оборонного планування в НАТО є створення чіткого алгоритму перевірки та узгодження цілей між проблемами безпеки, політичними амбіціями (потребами) та рекомендованою структурою витрачених сил. Особливості означеного алгоритму формалізовані у рамковому документі НАТО "Керівництво щодо довгострокового оборонного планування" (Handbook on Long Term Defence Planing, SAS-025), який входить до серії SAS – System Analysis and Studies Panel, яка містить теоретичні основи системного аналізу та предметні дослідження у термінології НАТО. У цьому керівництві проблеми безпеки представлені різними типовими задачами у вигляді сценаріїв, для яких надаються конкретні вимоги. Процес визначення найкращого варіанту структурних елементів збройних сил країн-членів НАТО проводиться на основі критеріїв вартості та ефективності.

¹Текст підрозділу 6.1 викладений на основі джерела [65].

Ці вимоги представлені певними спроможностями, які узгоджуються з можливостями структурних елементів збройних сил.

Згідно з моделлю процесу і основних компонентів довгострокового планування (20-30 років), яка прийнята за основу в НАТО і розглядається як прототип для ЗС України, є два основних напрями аналізу:

- аналіз військової структури, метою якого є визначення спроможностей і витрат на поточну і майбутню структуру сил;
- аналіз сценаріїв – розробляються вимоги до спроможностей на основі інтерпретації середовища безпеки, майбутніх викликів і національних стратегічних цілей.

У роботі [66] була запропонована таксономія для визначення груп найпоширеніших систем планування в країнах НАТО та зазначено, що деякі системи планування, засновані на теорії штучного інтелекту, покладаються на методи перепланування для розроблення так званих “обдуманих” планів. Таке спеціальне програмне забезпечення для підтримки процесу планування є надшвидким за своєю суттю, що створює плани, а потім модифікує їх на основі несподіваних подій або ситуацій. Підходи з функцією перепланування використовувались під час розроблення багатьох військових систем планування НАТО [67], зокрема, DART (інструмент динамічного аналізу та перепланування), TARGET (аналіз на рівні театру воєнних дій із графічним представленням), Cypress-SIPE2 (планування та реагування в невизначених і динамічних середовищах) та ін.

Отже узагальнена класифікація систем планування для спільних операцій НАТО [66] включає:

1. Системи планування для операційного розгортання та для підтримки ведення операції (як модуль, у складі бойових систем управління). Серед них:

- FOX – Генетичний алгоритм (FOX Genetic Algorithm, FOX-GA) – для генерації та оцінювання планів у складній області планування військових маневрів;

- автоматизована система планування театру воєнних дій для контингенту (Contingency Theater Automated Planning System, CTAPS);
- спільний асистент для розроблення та виконання планів (Joint Assistant for
 - Development and Execution, JADE);
 - інструмент динамічного аналізу та перепланування (Dynamic Analysis and Replanning Tool, DART);
 - система підтримки передбачуваного планування (Anticipatory Planning Support System, APSS);
 - редактор даних для розгортання військ за часовими фазами (Time-Phased Force Deployment Data Editor, TPEDIT);
 - спільна система оперативного планування (Collaborative Operational Planning System, COPlanS).

2. Інші специфічні системи військового планування, які також поширені у країнах НАТО, а саме:

- рочестерська система інтерактивного планування (The Rochester Interactive Planner System, TRIPS);
- сегмент планування та виконання кризових дій шляхом обговорювання (Deliberate Crisis Action Planning and Execution Segment, DCAPE);
- планування спільних дій у кризі на морі (Joint Maritime Crisis Action Planning, JMCAP);
- система об'єднаного стратегічного планування (Joint Strategic Planning System JSPS);
- архітектура відкритого планування (Open Planning Architecture, O-Plan).

Підходи на основі логіки та ієрархічної мережі завдань (Logic-based and hierarchical task network) також були запропоновані в ранніх і сучасних системах планування та залишаються досить популярними.

Інший метод, заснований на штучному інтелекті, а саме на програмуванні обмежень [68], також був предметом дослідження під час розроблення СПЗ для систем планування в США та Канаді. Інші

інформаційні технології, як-от глибинний аналіз даних – Data Mining (використовується для вилучення прихованої інформації з баз даних), управління знаннями – knowledge management; онлайн аналітична обробка даних – online analytical processing (спосіб представлення реляційних даних користувачам); інструменти бізнес-аналітики – business intelligence tools, – широко використовуються під час розроблення сучасних систем військового планування.

Із перерахованих систем для вирішення задач у рамках національного оборонного планування широкого застосування у країнах НАТО набула модель динамічного аналізу та перепланування DART. Це інтерактивна інформаційна система, яка використовується під час розроблення та аналізу військових планів (планів оборони) для розміщення значної кількості військ і техніки. Кожен план розгортання визначається структурою даних, яку називають “Даними про сили та розгортання за часом» (Time Phased Force and Deployment Data, TPFDD). Вона описує вимоги до руху військ і техніки [66]. DART є частиною набору автоматизованих засобів обробки даних і системи управління базами даних, призначених для швидкого створення, перегляду та редагування TPFDD, а також для аналізу транспортних можливостей реалізованих у плані. Як результат, DART дає змогу планувальникам модифікувати TPFDD і встановлювати та запускати стратегічні моделі транспортування протягом декількох хвилин. Отже, використання DART дає змогу розглянути більше альтернатив і створити за менший час перелік дій, які потенційно можна здійснити.

Наслідуваність технологій моделі DART можна спостерігати у більш сучасному програмному продукті J-DARTS, який відповідає вимогам SAS-025.

6.2. Інформаційна система довгострокового планування J-DARTS²

J-DARTS – комплексний програмний інструмент оборонного планування на основі оборонних спроможностей. Розробником продукту J-DARTS є агентство НАТО з консультацій, командування і управління (NATO Consultation, Command and Control Agency, NC3A). NC3A підтримує J-DARTS, контролює і управляє конфігурацією інформаційної системи (IC), поширює серед країн НАТО [69].

Функціональність IC J-DARTS підтримує кроки процесу довгострокового планування в НАТО, спрощує перехід від одного виду діяльності до іншого. Це досягається за допомогою низки пов'язаних між собою багатокористувацьких програмних застосунків, які працюють з базами даних в CDR (Central Data Repository) і зберігаються в центральному сховищі даних (група серверів SQL Server).

Основними програмними застосунками у J-DARTS є:

- D-MIST (Defense Planning Mission Study Tool) – інструмент дослідження процесу оборонного планування для місій – додаток, який підтримує аналіз сценаріїв, включаючи ієрархічну декомпозицію задачі, та створення, зберігання і візуалізацію окремих сценаріїв і їх описів.

- D-CALC (Defense Planning Capability Assignment Logical Calculator) – калькулятор логіки призначення спроможностей військового планування – підтримує як аналіз місії за допомогою розроблення незалежних від сценарію правил щодо розподілу спроможностей, так і аналізу місій шляхом застосування цих правил за конкретними сценаріями.

¹Текст підрозділу 6.2 викладений на основі джерела [65].

- D-SIGN (Defense Planning Scenario Information and Geographical analysis) – інструмент інформації та географічного аналізу сценаріїв планування оборони. Роль D-SIGN полягає в тому щоб, використовуючи інтерфейс GIS, задавати сценарії відповідно до структури, заданої аналізом місії, і, таким чином, надавати значення параметрів для логіки розподілу спроможностей.

- D-RUM (Defense Planning Requirement and Unit Matching) – інструмент планування оборонних вимог і зіставлення підрозділів D-RUM: з одного боку, надає собою сховище для реальних організаційних одиниць (підрозділів) і їх спроможностей, з іншого – інструмент для агрегації вимог до спроможностей, що впливають із сценаріїв та їхніх комбінацій. D-RUM також є інтерфейсом до D-EFT (див. нижче) і сховищем для остаточного зосередження сил, що виникає внаслідок роботи D-EFT.

- D-EFT (Defense Planning Extended Fulfillment Tool) – інструмент розширеного військового планування) – реалізує підходи оптимізації для знаходження мінімального набору сил за критерієм вартості, який задовольняє всім вимогам щодо спроможностей у разі дотримання набору обмежень [70].

Особливості впровадження J-DARTS. Загальна структура сил може не бути повністю визначена після першої ітерації планування у J-DARTS. Необхідно визначити шлях від поточної структури до цільової структури, проаналізувати загальну вартість як основної, так і допоміжної структури сил, оцінити ризик, пов'язаний із придбанням зразків новітніх технологій, ввести конкретні обмеження і керівні вказівки. Для цього рекомендується проводити низку ітерацій, під час яких може виявитися, що рівень потреб має бути скорегований [71].

Приклади використання J-DARTS у НАТО:

- J-DARTS використовується як інструмент огляду (оцінки) вимог щодо потенціалу НАТО (Capability Requirements Review, CRR) та підтримки CRR у цілому;

- J-DARTS застосовується Міністерством оборони Королівства Норвегія для підтримання довгострокового оборонного планування у Норвезькому науково-дослідному центрі оборони (FFI).

- J-DARTS було застосоване у низці напрямів забезпечення процесу структурування збройних сил країн НАТО [72]. На сьогодні це один з основних інструментів Північноатлантичного альянсу, який реалізує концепцію безперервного процесу планування.

6.3. Пакет рішень SAP for Defence & Security

Пакет рішень SAP for Defence & Security допомагає оборонним організаційним структурам виконувати їх завдання у себе в країні та за кордоном. Це дозволяє їм планувати, створювати, підтримувати та ефективно керувати мобільними військами за допомогою гнучкої і здатної до розгортання системної IT-архітектури. Рішення, що поєднує в собі передовий досвід з різних секторів комерційного, державного та військового – включає всі життєві процеси зі стандартним набором функціональностей SAP для підтримки планування і виконання завдань оборони та безпеки.

Загрози національній безпеці постійно і стрімко зростають. Багато операцій в даний час відбувається в багатонаціональному середовищі, в якому інформація має вирішальне значення. Ці реалії підвищили важливість прозорості та скорочення циклу ухвалення рішень та сприяли зростанню попиту на надійні системи обробки та управління даними. У центрі уваги сьогодні – планування та підтримка розгортання сил в ситуаціях, які вимагають інтуїтивно зрозумілої, доступної та своєчасної інформації.

Технологічна платформа. Пакет рішень SAP for Defense & Security ґрунтується на технологічній платформі SAP NetWeaver, яка допомагає організаціям узгоджувати IT з їх вимогами. Це дозволяє організаціям швидко створювати нові рішення та водночас отримувати більшу віддачу від вкладених інвестицій.

Як основа для сервісно-орієнтованої архітектури (SOA), SAP NetWeaver допомагає організаціям розвивати існуючі ІТ-ландшафти в стратегічні середовища, придатні для поточних змін. Приклад децентралізованого і мобільного ландшафту SAP for Defense наведений на рис. 6.1.

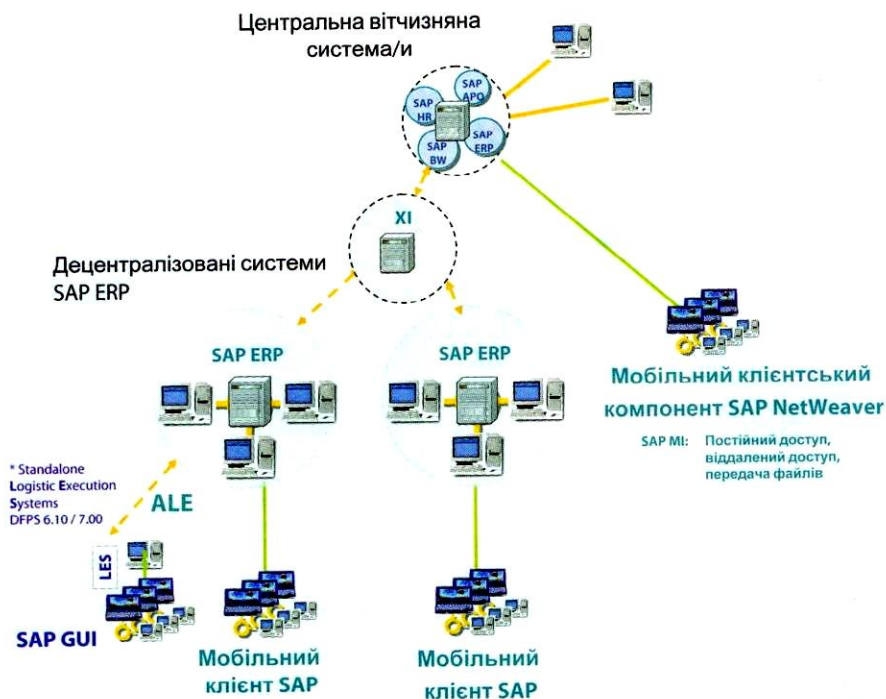


Рис. 6.1 Архітектура ландшафту SAP for Defense

SAP for Defense & Security надає додаткові рішення для підготовки і підтримки бойових завдань через особливості і функціональні можливості, властиві для 26 вертикальних галузевих рішень SAP. Багато з цих галузевих рішень, зокрема, для аерокосмічної промисловості, оборонної, проектувальної, будівельної та логістичної є результатом більш ніж 30-річного досвіду, накопиченого компанією.

Технології. Для того щоб бути готовими і адаптуватися до геополітичних обставин, що постійно змінюються, оборонні організації повинні використовувати такі рішення, як, наприклад, SAP for Defense & Security, що відповідають їх індивідуальним вимогам. Пакет рішень SAP for Defense & Security покращує та спрощує процеси виконання широкого кола бойових завдань у своїй країні і за кордоном. Він забезпечує специфічну функціональність для планування, створення, підтримки та управління мобільними військами за допомогою гнучкої системної архітектури. Це покращує управління організацією в цілому, включаючи персонал, матеріальні засоби та фінанси. Це рішення є достатньо гнучким, щоб підтримувати зміни, а портал на базі функціональних ролей спрощує доступ користувачам. Рішення інтегрує основні ділові процеси оборонних організацій, такі як планування збройних сил, матеріальні надходження та технічне обслуговування, зі стандартною функціональністю SAP для управління та логістики.

Операції. Важливо мати одну загальну картину роботи всієї організації з логістикою, що є важливою частиною проактивного ухвалення рішень. SAP for Defense & Security повністю дозволяє горизонтальну інтеграцію операцій, яка подібна до виробничої інтеграції в організаціях приватного сектору. Рішення надає комплексну інформацію, яка допомагає оборонній організації максимально ефективно використовувати свої ресурси. Рішення SAP підтримує та активізує основні оперативні функції у будь-якій оборонній організації для підвищення їх ефективності та дієвості.

Пакет рішень SAP for Defense & Security підтримує наступні процеси:

- планування збройних сил;
- управління придбанням та матеріально-технічним забезпеченням;
- технічне обслуговування, ремонт і капітальний ремонт;
- управління особовим складом та організаційними структурами;
- управління інфраструктурою;

- облік бюджетних фінансів та витрат;
- планування та підтримка розгортання операцій.

Інтегровані дані, розширені можливості. SAP for Defense & Security сприяє перетворенням в оборонних організаціях, уможлиблює зміни в організаційній структурі, технологіях і операціях. SAP вносить порядок і структурує реорганізацію шляхом виключення зайвого в системах і налагодження обміну інформацією між спільно ухваленими рішеннями.

Основним елементом SAP for Defense & Security є система SAP ERP, яка забезпечує детальну і своєчасну інформацію у всьому ланцюжку прийняття рішень. SAP ERP дозволяє організаціям діяти швидко і з максимальною гнучкістю у відповідь на зміни ситуації, при цьому підвищуючи якість та несуперечливість інформації, надійно забезпечуючи нею користувачів в режимі реального часу.

SAP враховує, що оборонна структура – це особливо складне утворення, де логістика грає важливу роль у забезпеченні успішного виконання бойових операцій. З цією метою компанія SAP розробила окрему карту рішення оборонної логістики, яка зображена на рис. 6.2.

На рис. 6.3 наведена типова маршрутна карта впровадження рішення SAP for Defense, яка заснована на досвіді багатьох країн, що використовують це програмне забезпечення для автоматизації військових відомств.

Пакет рішень SAP for Defense & Security забезпечує такі економічні переваги:

- рентабельність активів: рішення SAP забезпечують підвищення продуктивності та ефективності логістичних процесів «від заводу до окопу»;

- рентабельність інвестицій: рішення SAP дозволяють організаціям виконувати комплексну оцінку витрат і робіт для розгортання операцій. Вони також створюють нові можливості для співпраці та обміну даними між партнерами, такими як державні установи, члени коаліції і приватний сектор;

6. ОГЛЯД СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Планування збройних сил і управління	Визначення цілей	Довгострокове планування сил	Середньострокове планування сил	Річне планування	Оцінка ефективності управління заходами	Підтримка та засоби
	Планування проекту					
Аналіз і підтримка заходів	Визначення завдань	Збільшене планування	Детальне планування	Розгортання	Виконання завдань і підтримка	Розформовування
	Управління проектом / програмою, управління конфігурацією					
Придбання	Дослідження і розробки	Закупівлі	Проектування систем	Тип і постачання	Випробування та оцінка	Застосування
	Управління при експлуатації					
Підтримка при експлуатації	Довгострокове планування тех-обслуговування при експлуатації	Аналіз технічного стану конфігурацією	Управління конфігурацією	Управління даними	Нагляд за проектуванням	Внутрішній облік і звітність
	Управління конфігурацією					
Оперативне техобслуговування	Планування і підготовка ТОРО	Управління тех-обслуговуванням	Перевірка та контроль якості	Технічне обслуговування	Завершення техобслуговування	Пряма підтримка дій
	Управління проектом / програмою, управління конфігурацією					
Техобслуговування та ремонт	Планування ТОРО	Планування і підготовка робіт	Управління тех-обслуговуванням	Перевірка та забезпечення якості	Технічне обслуговування	Завершення техобслуговування
	Планування потреби в матеріалах	Управління запасами	Управління небезпечними та спеціальними матеріалами	Транспортування та розподіл	Вивезення відходів	
Управління матеріальними потоками	Управління нерухомістю		Довкілля	Капітальне будівництво	Інфраструктура IT	
	Управління підрозділами	Планування особового складу, адміністрування персоналу	Розрахунок грошового утримання	Управління часовими даними	Розвиток і навчання військово-службовців	Служби підтримки персоналу
Фінансова бухгалтерія та управлінський облік	Планування і виконання бюджету	Інвестиції	Військово-економічний аналіз	Управління готівкою та фінансами	Фінансова бухгалтерія та управлінський облік	

Рис. 6.2. Огляд функціональності SAP для збройних сил

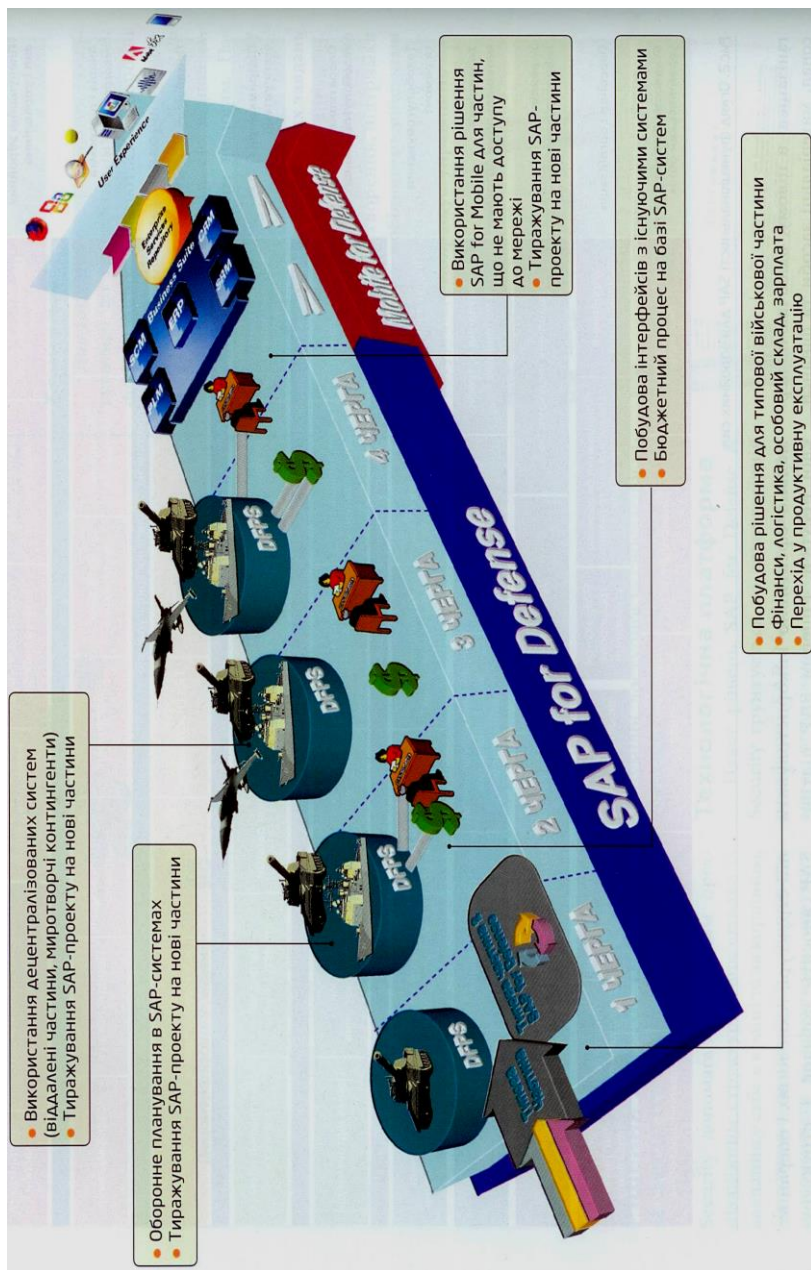


Рис. 6.3. Типова маршрутна карта впровадження рішення SAP for Defence

- сукупна вартість володіння: SAP NetWeaver знижує сукупну вартість володіння і складність всього ІТ-ландшафту організації. Оскільки SAP NetWeaver об'єднує інтеграційні технології в єдину платформу, це зменшує необхідність нестандартної інтеграції і гарантує доступність, безпечність і масштабованість критично важливих бізнес-процесів.

6.4. Опис програмного інструментарію SAP для побудови інформаційно-аналітичних систем

6.4.1. Архітектура інформаційно-аналітичної системи на базі стандартного програмного забезпечення SAP

На рис. 6.4 зображена архітектура інформаційно-аналітичної системи (ІАС), яка може бути створена засобами SAP Business Intelligence як складова СППР, опис якої наведений у розділі 2.

Далі наведено опис програмних інструментів SAP Business Intelligence для побудови ІАС різного призначення. З використанням цих інструментів в УкрНЦ РІТ був розроблений дослідний зразок програмно-технічного комплексу (ПТК) для підтримки рішень у сфері військової логістики [57].

Експериментальний зразок програмного інструментарію, у якому реалізований інтеграційний метод, після доопрацювання також може бути використаний як складова частина ІАС для оборонного планування на базі SAP Business Intelligence.

6.4.2 Опис програмного інструментарію SAP Business Warehouse

Архітектура. Як сховище бізнес-інформації, SAP Business Warehouse (SAP BW) являє собою інструментарій для зберігання і аналізу даних, що має широкі технічні та інтелектуальні можливості. В основу сховища покладена багатовимірна модель даних.

6.4. Опис програмного інструментарію SAP для побудови ІАС

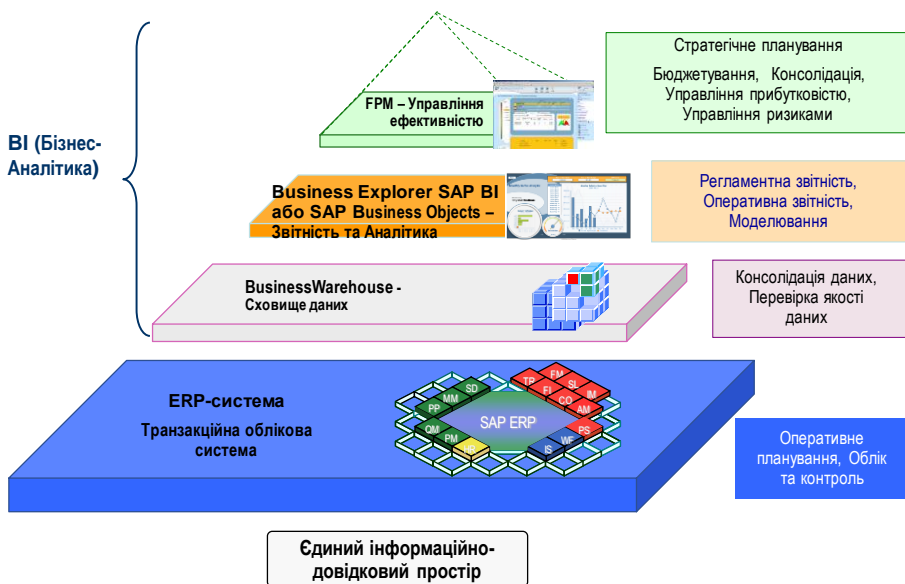


Рис. 6.4. Приклад архітектурного рішення побудови інформаційно-аналітичної системи засобами стандартного програмного забезпечення SAP

Разом із платформою SAP Business Object система становить потужний і дієвий інструмент для всебічного аналізу діяльності організації, який називається SAP BI. Він дозволяє ефективно налагодити процеси планування, аналізу, контролю, оцінки ризиків та ін., підвищуючи якість прийнятих управлінських рішень.

У сховищі даних зібрані разом всі джерела оперативних даних (вони, як правило, є різномірними і мають різний ступінь деталізації), що дозволяє забезпечити надання цих даних в масштабованому вигляді для всієї організації. Ці дані можна використовувати і надалі.

Сховище даних має такі властивості:

- доступ тільки для читання: кінцеві користувачі мають доступ лише для читання, тобто дані спочатку завантажуються у сховище даних за допомогою процесів екстракції, перетворення і завантаження (ETL);

- орієнтованість на всі підрозділи в цілому: основу системи формують джерела даних з усієї організації (виробництво, збут, контролінг), а також, можливо, зовнішні джерела;

- дані в сховищі даних зберігаються протягом конкретного періоду;

- збереження історичних даних: зберігання даних здійснюється протягом більш тривалого часу;

- система призначена для ефективної обробки запитів: технічне середовище і структури даних оптимізовані для отримання відповідей на запити, а не для обробки транзакцій;

- інструменти аналізу: для доступу до даних користувачі можуть застосовувати різноманітні інструменти аналізу.

Ці інструменти мають дружній до користувача інтерфейс, що забезпечує спрощення процедур створення запитів.

SAP BW дозволяє аналізувати дані з оперативних застосунків SAP та інших додатків і зовнішніх джерел даних. SAP BW підтримує оперативну аналітичну обробку (OLAP) для стейджингу інформації з великих обсягів оперативних та історичних даних. Технологія OLAP дозволяє отримувати багатовимірні аналітичні звіти згідно з різними перспективам. SAP BW надає інформацію з поділом за ролями. Ця інформація допомагає співробітникам виконувати свої завдання.

SAP BW включає інструмент гнучкого виконання звітів і аналізу – Business Explorer (BEx), який використовується для підтримки стратегічного аналізу і процесів прийняття рішень. Ці інструменти включають запити, систему звітів і OLAP-функції.

Співробітники, які мають відповідні повноваження на доступ, можуть виробляти аналіз історичних і актуальних даних на різних рівнях деталізації і з різних точок зору. Для цього може використовуватися Web або Microsoft Excel.

На рис. 6.5 показана загальна архітектура SAP Business Intelligence та її складової в SAP Business Warehouse.

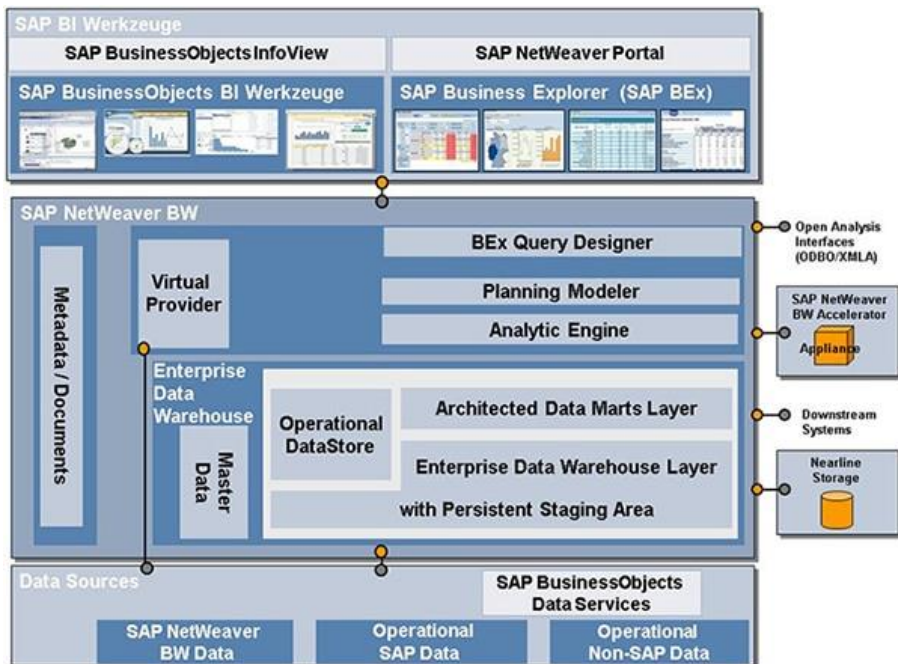


Рис. 6.5. Архітектура SAP Business Intelligence та її складової SAP Business Warehouse

Функціональність.

А) Сервер SAP BW.

Центральна область управління на сервері SAP BW включає в себе не тільки "стейджинг-машину", яка управляє процесом завантаження даних, а також обробкою і підготовкою цих даних, а й бази даних SAP BW, в яких зберігаються основні, змінні дані й метадані.

Б) OLAP SAP BW

OLAP-процесор (Online Analytical Processing, оперативна аналітична обробка) дозволяє виконувати багатовимірні аналітичні звіти за розділами даних SAP BW. Також він надає OLAP-інструменти

для даних, одержуваних через інтерфейси BAPI, XML/A або ODBO (OLE DB for OLAP). Сферу OLAP можна розділити на три компонента:

- BEx Analyzer (на основі Microsoft Excel);
- веб-застосунок BEx;
- BEx Mobile Intelligence.

Ці інструменти використовуються для одночасного виконання аналізу на основі Microsoft Excel і Web за кількома вимірами (наприклад, час, місце розташування, обладнання та ін.).

В) Вихідні системи.

Вихідна система – це система, яка поставляє дані в систему SAP BW. SAP BW підтримує чотири види вихідних систем:

- функціональні модулі SAP ERP. SAP поставляє попередньо певні структури і програми екстракції. Вони дозволяють завантажувати вихідні дані з Модулів SAP ERP безпосередньо в систему SAP BW;

- зовнішні системи: велика перевага SAP BW полягає в тому, що ця система має відкриту архітектуру відносно зовнішніх OLTP-провайдерів та інших систем. Таким чином, особливо в гетерогенному системному середовищі, SAP BW може використовуватися як сховище консолідованих даних для звітів, які охоплюють всю організацію. SAP надає різні інструменти, що дозволяють швидко і ефективно впровадити ці інтерфейси;

- бази даних: SAP BW дозволяє завантажувати дані з зовнішніх систем управління базами даних. При цьому на основі структури зовнішньої таблиці створюється джерело даних, що дозволяє виконати швидке завантаження вмісту таблиці в SAP BW без порушення несуперечності даних.

Г) Екстракція, перетворення і завантаження.

Залежно від вихідних систем і типу базису даних, процес завантаження даних в SAP BW може здійснюватися з використанням різних технічних засобів. На фазі розробки концепції, для отримання можливості подальшого перетворення даних за допомогою будь-якого

інструменту, необхідно забезпечити наявність в системі доступних джерел даних.

Г) Інструменти стейджингу даних

- DB Connect: дозволяє отримати доступ безпосередньо до реляційних баз даних;

- ETL-інструменти (наприклад, DataStage): в гетерогенному системному середовищі важливою вимогою є об'єднання різних структур даних і вмісту перед їх завантаженням в SAP BW. ETL-інструменти використовуються для завантаження даних з гетерогенних систем, перетворення цих даних в єдиний формат і подальшого їх завантаження в SAP BW через інтерфейс бізнес-програмування (Business Programming Interface).

Д) Інтерфейси.

- BW Service Application Programming Interface (SAPI): SAPI є внутрішнім компонентом SAP. За допомогою SAPI здійснюється взаємодія функціональних модулів SAP ERP з BW;

- BAPI: аналогічно SAPI, BAPI також використовується для структурованого зв'язку між SAP BW і зовнішніми системами. Цей інтерфейс використовується і провайдерами даних, і ETL-інструментами;

- FILE: SAP підтримує автоматичний імпорт файлів у форматі CSV або ASCII як плоских файлів (стандарт);

- Simple Object Access Protocol (SOAP): сервіс SOAP RFC використовується для читання даних XML і їх збереження в дельта-черзі в SAP BW. Згодом ці дані можна обробити за допомогою відповідного джерела даних і SAPI.

Е) SAP BW Business Explorer.

Business Explorer (BEx) – це компонент SAP BW, що надає гнучку систему звітів і інструменти аналізу, які використовуються для стратегічного аналізу і підтримки процесу прийняття рішень. Ці інструменти включають запити, систему звітів і функції OLAP. BEx забезпечує доступ до інформації SAP BW для широкого кола

користувачів: за допомогою порталу, Інтернету/інтранету (розробка веб-застосунків) або мобільних пристроїв (мобільні телефони з можливістю WAP або i-mode і персональні цифрові асистенти).

Нижче наводиться огляд функціональних сфер BEx.

Запити, звіти і аналіз. Аналіз бази даних SAP BW виконується шляхом визначення запитів щодо цілей даних в BEx Query Designer. Шляхом вибору і комбінування ознак і показників або багаторазово використовуваних структур в запиті можна визначити спосіб аналізу даних для обраної мети даних.

Функція аналізу даних на основі багатовимірних джерел даних (OLAP-звіти) дозволяє проводити одночасний аналіз більш одного виміру інфо-провайдера (наприклад, часу, місця розташування і обладнання). Це означає, що можна виконати будь-яку кількість аналізів відхилень (порівнянь фактичних показників з плановими і порівнянь по роках). Численні опції інтеракції, наприклад, сортування, фільтрація, зміна ознак, перерахунок значень та ін., забезпечують гнучке переміщення в межах даних під час виконання. Існує можливість візуалізації даних за допомогою графіка (наприклад, лінійчатих або кругових діаграм). Можна також виконати географічний аналіз даних на карті (для таких ознак, як підрозділ, регіон).

Крім того, для визначення варіанту і критичних об'єктів, автоматичного відправлення повідомлень про значення варіанта за допомогою електронної пошти або SMS (з використанням фонові обробки в агенті звітів) або негайного виявлення таких об'єктів в моніторі попереджень використовується система звітів з особливих ситуацій.

Аналіз даних в BEx SAP BW може бути виконаний у наступних сферах:

- BEx Analyzer (на основі Microsoft Excel);
 - веб-застосунки BEx.
- Є) Базовий куб.

Базові куби є центральними об'єктами багатовимірної моделі в SAP BW. На них ґрунтуються звіти й аналізи. З точки зору системи

звітів, базовий куб являє собою автономний набір даних в межах бізнес-сфери, на основі якого можна визначати запити.

Базовий куб складається з набору розташованих в різних вимірах реляційних таблиць, тобто з центральної таблиці фактів, що оточена кількома таблицями вимірювань. Таблиці SID пов'язують ці таблиці вимірювань з відповідними їм таблицями основних даних. Таблиці вимірювань реляційно пов'язані з центральною таблицею фактів за допомогою зовнішнього або первинного ключа.

Ознаки не є компонентами таблиць вимірів; іншими словами, значення ознак не зберігається в таблицях вимірів. Для кожної ознаки генерується числовий ключ SID. Цей зовнішній ключ замінює ознаку в якості компонента таблиці вимірювання. Тут SID позначає сурогатний ключ (ключ заміщення).

Ж) Основні дані.

В системі SAP BW додаткова інформація про ознаки називається основними даними.

Існують наступні типи основних даних:

атрибути;

тексти;

(зовнішні) ієрархії.

Інформація основних даних зберігається в окремих таблицях, незалежних від таблиць вимірювань, - у так званих таблицях основних даних (окремо для атрибутів, текстів й ієрархій). Кожній ознаці присвоєно рівно один числовий ключ SID. Це присвоєння виконується в таблиці SID для відповідної ознаки, при цьому ознака стає первинним ключем в таблиці SID. Таблиця SID пов'язана з відповідними таблицями основних даних за допомогою ключа ознаки.

Зв'язування таблиць з базовим кубом. Зв'язок таблиць основних даних з таблицями вимірювань в межах базового куба (а також з показниками в таблиці фактів) здійснюється за допомогою таблиць SID.

Витяг основних даних з таблиць вимірювань за допомогою методу SID дозволяє використовувати основні дані з різними базовими

кубами. Основні дані не залежать від базових кубів і можуть використовуватися одночасно декількома базовими кубами.

З) Інструментальні засоби адміністратора (ІЗАдм)

ІЗАдм – це основний інструмент управління, що використовується для управління, контролінгу та моніторингу всіх об'єктів і процесів в системі SAP BW. У ньому ж створюються метаоб'єкти. Зрештою, в ІЗАдм відбувається завантаження планових даних за допомогою планувальника, а також контроль за цими даними через монітор. Асистенти дозволяють виробляти точний аналіз процесів завантаження даних. Крім того, асистенти надають можливість швидкого визначення причин помилок, що виникли.

В ІЗАдм виконуються завдання в наступних функціональних сферах:

- моделювання (створення і ведення (мета-) об'єктів, релевантних для процесу стейджингу даних, в системі SAP BW);
- моніторинг (перегляд і контроль процесів завантаження даних і обробка будь-яких додаткових даних в системі SAP BW);
- агент звітів (планування та виконання у фоновому режимі функцій звітності, таких як аналіз особливих ситуацій, друк запитів і попередній розрахунок веб-шаблонів);
- зв'язок з перенесенням (збір тих об'єктів, які були нещодавно створені або змінені в системі SAP BW; для перенесення цих об'єктів в іншу систему SAP BW використовується Організатор змін і переносів);
- документи (додавання, пошук і створення зв'язків між документами різних форматів, версій і різними мовами для об'єктів SAP BW);
- бізнес-контент (зумовлені інформаційні моделі на основі метаданих);
- переклад;
- репозитарій метаданих (управління всіма метаоб'єктами в SAP BW та їх зв'язками).

И) Інфо-об'єкти в SAP BW.

Інфо-об'єкти - це "найменші доступні інформаційні одиниці" (поля) в SAP BW: їх можна однозначно визначити за допомогою технічного імені. Як компоненти сховища метаданих, інфо-об'єкти містять технічну та спеціальну інформацію для основних і змінних даних в SAP BW. Інфо-об'єкти використовуються у всій системі для створення структур і таблиць. Інфо-об'єкти використовуються для визначення звітів, аналізу основних і змінних даних.

Інфо-об'єкти поділяються на наступні класи:

- Показники. Надають значення, які будуть аналізуватися. Приклади: кількість (0QUANTITY); сума (0AMOUNT);

- Ознаки. Інфо-об'єкти ознак є посилальними об'єктами, які використовуються для аналізу показників. Приклад: матеріал (0MATERIAL);

- Часові ознаки. Часові ознаки формують посилальні часові рамки для великої кількості аналізів даних і аналітичних звітів. Вони надаються з бізнес-контентом. Можливість визначення власних часових ознак відсутня. Приклади: часова ознака з найбільшим ступенем гранулярності: календарний день (0CALDAY); часова ознака з найменшим ступенем гранулярності: календарний рік (0CALYEAR) або фінансовий рік (0FISCYEAR);

- Одиниці. Інфо-об'єкти одиниць можна задати разом з показниками. Вони дозволяють з'єднати в аналітичному звіті значення показників з відповідними їм одиницями. Приклади: грошова одиниця (0CURRENCY); одиниця заданого значення (0UNIT);

- Технічні ознаки. Ці ознаки мають організаційну функцію в межах SAP BW. Приклади: ідентифікатор запиту (0REQUIREID); ідентифікатор зміни (0CHNGID). Інфо-об'єкт 0REQUIREID містить номери, що присвоюються системою при завантаженні запитів; інфо-об'єкт 0CHNGID містить номери, що присвоюються під час прогонів змін агрегатів.

Інфо-об'єкти ознак. В меню ведення доступні вказані нижче закладки, які використовуються для визначення інфо-об'єктів ознак і зміни параметрів налаштування:

- Загальне;
- BusinessExplorer (встановлення параметрів перегляду, що використовуються за умовчанням, в Business Explorer);
- Основні дані/Тексти (чи може ознака мати атрибути або тексти);
- Атрибути (атрибути є інфо-об'єктами (ознаки/показники), що використовуються для більш докладного опису ознак);
- Ієрархія (зовнішні ієрархії використовуються для опису альтернативних ракурсів даних при аналізі, вони можуть бути завантажені з системи R/3 або пласких файлів);
- З'єднання (необхідність з'єднання ознаки з іншими інфо-об'єктами для забезпечення можливості однозначного присвоєння значень ознак).

В меню ведення доступні вказані нижче закладки, які використовуються для визначення інфо-об'єктів ознак і зміни параметрів налаштування.

- Тип/Одиниця (визначається тип показника (сума, кількість), тип даних, а також валюта/одиниця вимірювання);
- Агрегація (визначаються правила агрегації для параметрів настроювання показників за замовчуванням в BEx);

- Додаткові властивості.

1) Потік даних в системі SAP BW

Огляд необхідних об'єктів SAP BW:

- джерело даних описує дані, наявні у вихідній системі, в формі структур полів. Джерело даних складається зі структури екстракту (всі підготовлені поля) і структури перенесення (набір полів зі структури екстракту). Джерело даних копіюється в SAP BW;
- інфо-джерело – це масив даних, що складається елементів, які логічно відповідають один одному і об'єднані в єдине ціле;
- структура зв'язку – це структура полів, в яких зберігається інформація;

- правила перенесення призначені для перетворення даних з декількох структур перенесення в єдину структуру зв'язку;
- правила оновлення призначені для перетворення даних зі структури зв'язку в одну або кілька цілей даних.

Джерело даних. Джерела даних використовуються для передачі основних і змінних даних. Є дві структури полів:

- структура екстракту,
- структура перенесення.

Структура екстракту містить всі поля вихідної системи, надані екстракторами. Екстрактори - це програми, що збирають дані з вихідних систем. Під час екстракції зміст полів, необхідних для передачі даних в SAP BW, переміщається в структуру перенесення. Структури екстракту для джерел даних визначаються, обробляються і розширюються у вихідній системі. Якщо екстрактор не відповідає вимогам, його можна модифікувати (Plug-In у вихідній системі надає різні екстрактори).

Структура перенесення - це набір полів зі структури екстракту в вихідній системі. У разі вихідних систем R/3 джерело даних копіюється з вихідної системи в систему SAP BW, після чого структура екстракту джерела даних може використовуватися в якості зразка.

Локальні правила перенесення. Правила перенесення призначені для перенесення даних з джерела даних в інфо-джерело, і при необхідності для їх перетворення або зміни. Правила перенесення використовуються для визначення того, які інфо-об'єкти в структурі зв'язку повинні поповнюватися даними, з яких полів в структурі перенесення витягуються ці дані, і який метод використовується для передачі цих даних.

І) Інфо-джерело

Інфо-джерело – це сукупність взаємопов'язаних інфо-об'єктів, що містять всю доступну інформацію про процес. Структура, в якій зберігаються інфо-об'єкти, називається структурою зв'язку. Структура зв'язку – це технічна реалізація інфо-джерела. На відміну від структури

перенесення, структура зв'язку не залежить від вихідної системи, оскільки може забезпечуватися даними з різних вихідних систем.

Й) Глобальні правила перенесення

На екранах ведення ознак є опція створення підпрограми перенесення (АВАР-підпрограми). Використання цих ознак в засобах структур зв'язку означає, що відповідні підпрограми перенесення можуть бути використані по відношенню до різних вихідних систем (глобально).

К) Правила оновлення

Правила оновлення визначають спосіб оновлення даних (показників, часових ознак, ознак) зі структури зв'язку в інфо-джерелі в ціль даних. На відміну від правил перенесення, правила оновлення не залежать від вихідної системи. Правила оновлення використовуються для поповнення цілей даних даними з одного або декількох інфо-джерел.

Л) Планувальник

Планувальник пов'язує вихідні системи і SAP BW. За допомогою планувальника виконується визначення запитуваних і оновлюваних даних (змінних даних, основних даних, текстів чи ієрархій), джерела даних та вихідної системи, а також кількість часу.

Визначення інфо-пакета. Інфо-пакет визначає умови, при яких виконується запит даних з вихідної системи (умови вибору, умови запуску запитів даних, опції оновлення даних і види обробки помилок).

Визначення групи інфо-пакетів. Група інфо-пакетів – це сукупність кількох інфо-пакетів, запланованих разом для структурування процесу завантаження.

Монітор. Найбільш важливі функції монітору:

- моніторинг запитів даних і обробки даних (стан світлофора в моніторі), реалізований на основі інфо-документів, які пересилаються між SAP BW і вихідною системою;
- повний перелік запитів даних, для яких потрібен аналіз в структурі дерева;

- • відображення інформації за запитом, такої як технічні імена всіх об'єктів, що входять до складу потоку даних,
 - опція переходу до екранів ведення для окремих об'єктів;
 - динамічний аналіз;
- докладний аналіз окремих етапів екстракції і обробки для цільового управління.

М) Визначення правил оновлення

Правила оновлення підлягають веденню, якщо надається мета даних з інфо-джерела з гнучким оновленням. У разі гнучкого оновлення необхідно вказати правило оновлення для кожного показника або ознаки з мети даних. Мета даних може бути надана декількома інфо-джерелами. Повинні бути створені правила оновлення для кожного з цих інфо-джерел.

Н) Інфо-куби

Інфо-куби є центральними об'єктами багатовимірної моделі в системі SAP BW, на їх основі виконуються звіти і аналізи. Інфо-куб являє собою автономний набір даних для певної сфери з точки зору системи звітів, тобто з точки зору кінцевого користувача системи звітів.

В системі SAP BW існують такі типи інфо-кубів:

- базовий куб;
- віртуальний куб;
- дистанційний куб;
- дистанційний куб SAP;
- віртуальний інфо-куб із сервісами.

Тільки базові куби фізично містять дані в базі даних. Віртуальні куби являють собою тільки логічні ракурси набору даних. Для кінцевого користувача системи звітів принципова різниця між цими типами інфо-кубів відсутня. Запити можуть визначатися на основі будь-яких типів інфо-кубів.

Базові куби. Базовий куб є впорядкованим набором реляційних таблиць в схемі-зірці.

• Таблиця фактів. Базовий куб включає в себе рівно одну таблицю фактів, в якій зберігаються значення показників. Таблиця фактів може містити до 233 показників. Базовий куб зазвичай має чотири таблиці вимірів:

- таблиця виміру "Одиниці";
- таблиця виміру "Пакет даних";
- таблиця виміру "Час";
- таблиця виміру "Матеріал".

Таблиця виміру "Пакет даних" і таблиця виміру "Час" завжди присутні в базовому кубі. Таблиця виміру "Одиниці" присутня лише тоді, коли принаймні один показник має тип "обсяг" або "кількість". В цьому разі для показника повинна бути введена фіксована/змінна валюта/одиниця виміру. Таблиці вимірів містять не ознаки/значення ознак, а відповідні ключі/значення SID.

• Виміри. Під виміром слід розуміти групу логічно пов'язаних ознак з одним родовим поняттям. В межах виміру може бути об'єднано до 248 ознак. При визначенні базового куба ознаки комбінуються і утворюють вимір.

О) ODS

Об'єкт сховища операційних даних (ODS-об'єкт) використовується для зберігання консолідованих і очищених даних (змінних даних або основних даних) на рівні документа (на елементарному рівні). Він описує консолідований набір даних з одного або декількох інфо-джерел. Ці дані можна аналізувати за допомогою запиту BEx.

Переваги сховища операційних даних:

- Функція перезапису (ознаки розділу даних, показники);
- Збереження даних на рівні документа (консолідовані або перезаписані, очищені);
- Система звітів (інтеграція в Business Explorer (BEx)).

ODS-об'єкти містять ключові поля (наприклад, номер документа, позицію) і поля даних, які можуть містити не тільки показники, але й текст. Для оновлення ODS-об'єкта в об'єднані інфо-куби, або в

додаткові ODS-об'єкти, або таблиці основних даних (атрибутів чи текстів) в межах однієї системи чи в різних системах можна використовувати дельта-оновлення. На відміну від багатовимірних сховищ даних для інфо-кубів, дані в ODS-об'єктах зберігаються в плоских прозорих таблицях бази даних. Таблиці фактів і вимірів не створюються. У ODS-об'єктах можна не тільки кумулятивно (як інфо-куби) оновлювати показники, а й перезаписувати поля даних.

П) Бізнес-контент

Бізнес-контент – це попередньо сконфігурована інформаційна модель, налаштована на певні завдання (відповідно до функціональних модулів SAP ERP).

Бізнес-контент складається з наступних об'єктів:

- екстрактори SAP та зовнішні екстрактори;
- джерела даних (структури екстрактів);
- інфо-об'єкти;
- інфо-джерела;
- інфо-провайдери (наприклад, інфо-куби та ODS-об'єкти);
- запити/робочі книги;
- зразки (\Rightarrow звіти на основі Web);
- роли.

Відносно бізнес-контенту можливе наступне:

- використання без необхідності додаткового конфігурування;
- конфігурування за допомогою розширень;
- використання в якості зразка для об'єктів клієнта.

Використання бізнес-контенту. Можливості бізнес-контенту дозволяють зменшити витрати і заощадити час:

- всі технічні та пов'язані з вмістом передумови, необхідні для з'єднання з SAP-системою і зовнішніми системами, вже враховані, завдяки чому значно скорочується процес впровадження;
- вже оптимізована продуктивність інфо-кубів для зберігання даних і аналізів;

- попередньо певні аналізи і звіти можуть використовуватися в проектах як приклади і прототипи вмісту;
- SAP BW – це надійне рішення, відмінними рисами якого є самоконтроль (технічний вміст), керовані версії оновлень контенту (управління версіями), а також збереження несуперечності даних.

6.4.3. Опис програмного інструментарію SAP Business Object

Архітектура. SAP Business Objects Enterprise (SAP BOE) складається з п'яти рівнів архітектури (рис. 6.6):

- Клієнтський рівень (Client tier) в SAP BO – це єдиний рівень (ярус), що містить застосування, які взаємодіють з кінцевим користувачем для адміністрування, публікації та перегляду звітів та інших об'єктів. Застосування: Info View, Central Management Console (CMC), Central Configuration Management (CCM), Publishing Wizard.

- Рівень застосувань (Application tier) – це рівень, який приймає серверні компоненти для обробки запитів користувачів з клієнтського рівня і передає до рівня Intelligence для обробки. Компоненти рівня застосувань складаються з сервера застосувань (Application server), Business Objects Enterprise SDK, адаптера Web-компонента (WCA).

- Рівень Intelligence (Intelligence tier) – це серце системи Business Objects Enterprise. Він обробляє запити користувачів, спрямовує їх на відповідний сервер, підтримує інформацію безпеки, здійснює аудит інформації та зберігає повідомлення про випадки. Шар BOE складається з центрального сервера управління (Central Management Server – CMS), кеш-сервера (Cache Server), сховища файлів (File Repository Servers) та серверу подій (Event Server).

- Рівень обробки (Processing tier) взаємодіє безпосередньо з базою даних і генерує звіти. Шар обробки складається з сервера звітів (Report Job Server), сервера програм (Program Job Server), Web Intelligence Job Server, Web Intelligence Report Server, серверу застосувань звітів (Report Application Server), Destination Job Server and Page Server.

6.4. Опис програмного інструментарію SAP для побудови ІАС

- Рівень даних (Data tier) складається з баз даних, що постачають дані, які використовуються для звітів.

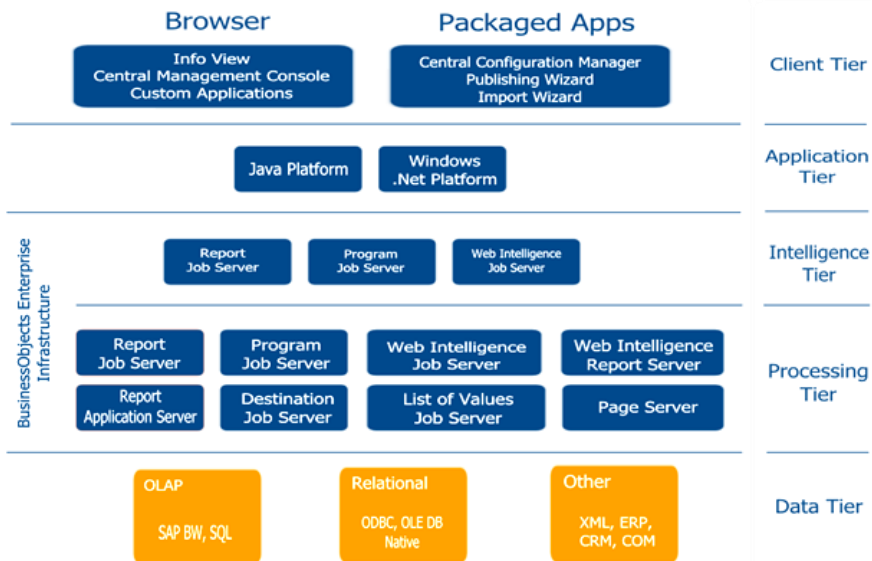


Рис. 6.6. Архітектура SAP Business Objects Enterprise

Функціональність. Central Management Console (web client) – це основний веб-інтерфейс для виконання завдань адміністрування в SAP BusinessObjects Business Intelligence platform, включаючи управління контентом, користувачами, серверами. Він також дає можливість публікувати і організовувати контент, управляти правами доступу і настройками безпеки.

Це web-середовище, повністю реалізоване на платформі .NET або Java, входить в пакет BusinessObjects Enterprise. Воно призначена для розгортання, налаштування і управління всією інфраструктурою в цілому. Центральна консоль управління СМС є інструментом для адміністраторів засобів аналізу, який забезпечує зручний доступ і налаштування системи, а також усіх користувацьких елементів. Консоль СМС дозволяє управляти такими елементами системи:

- створення і адміністрування користувачів і груп;
- аутентифікація;
- конфігурація серверів і служб;
- конфігурація груп серверів (кластерів);
- права доступу до об'єктів, обробка, планування, безпека;
- бізнес-календарі;
- ліцензійні ключі;
- категорії;
- сукупності об'єктів і зв'язки даних;
- налаштування інтерфейсів і вподобання користувачів.

Web Applications запускаються на сервері веб-застосунків для того, щоб відповідати на запити веб-клієнтів.

SAP BusinessObjects Business Intelligence suite веб-застосунки:

- Explorer
- Web Server приймає Central Management Console (CMC)
- Lifecycle Management Console
- BI launch pad
- BI workspaces
- SAP BusinessObjects Business Web Intelligence
- SAP BusinessObjects Analysis, edition for OLAP

SAP BusinessObjects запити HTTP, відправлені з веб-клієнтів. Веб-сервер керує статичним контентом, таким як файли .html і .js, які можуть бути частиною веб- застосування SAP BusinessObjects Business Intelligence suite.

Web Application Server діє як шар-"перекладач" між веб-браузером або "rich" – застосунком і SAP BusinessObjects Business Intelligence platform. Web Application Server містить веб-застосування, веб-сервіси і Software Development Kits (SDK). Підтримуються сервери застосувань для Windows, Unix, Linux.

Web Services запускаються на сервері веб-застосувань для відповіді на запити клієнтських застосувань. Для обміну інформацією вони можуть бути викликані віддалено, використовуючи Simple Object

Access Protocol (SOAP), який не залежить від певної платформи, об'єктної моделі та мови програмування. Веб-сервіси SAP BusinessObjects включають логіку, щоб розуміти і переправляти запити відповідному серверу SAP BusinessObjects Business Intelligence platform. Вони можуть бути доступні застосуванням типу "rich client", таким як Live Office і Crystal Reports, а також веб-сервісам, вбудованим у клієнтські програми.

Веб-сервіси SAP BusinessObjects Business Intelligence platform:

- Session
- BI Platform
- ReportEngine
- QueryService
- SaveService
- BI Catalog
- Publish
- LiveOffice
- Manage query as web service
- Federator
- XcelsiusWebServices
- BicsRemote
- Gopher

Central Management Server (CMS) містить базу даних щодо інформації про SAP BusinessObjects Business Intelligence platform (в системній базі даних CMS) і контролює діяльність користувачів (у сховищі Auditing Data Store). CMS керує всіма сервісами. Також CMS контролює доступ до системи файлів, де зберігаються документи і інформація про користувачів, групи користувачів, рівні доступу і безпеки (включаючи аутентифікацію і авторизацію) і про контент.

CMS system database використовується для зберігання інформації про SAP BusinessObjects Business Intelligence platform, такої як сервери, користувачі, папки, документи, конфігурації, авторизація та аутентифікація. Вона обслуговується Central Management Server (CMS), і іноді на нього посилаються як на системний репозитарій.

Universes (UNIX). Юніверси будуються за допомогою засобу Information Design Tool. Юніверс – це організований набір об'єктів метаданих, які дозволяють користувачам аналізувати корпоративні дані і будувати на їх основі звіти, не використовуючи спеціалізовану технічну мову. Ці об'єкти включають масиви вимірювань, заходи, ієрархії, атрибути, обчислювані поля, функції і запити. Шар об'єктів метаданих будується на основі реляційних баз даних або OLAP-кубів так, що об'єкти зв'язуються безпосередньо зі структурою баз даних. Юніверс включає з'єднання з джерелом даних так, що засоби користувацьких запитів і аналітики можуть звертатися до Юніверс, виконувати запити і створювати звіти, використовуючи об'єкти Юніверс без необхідності мати знання про базу даних, що лежить в основі.

Нижче наведений опис компонентів, що були використані при прототипуванні програмного забезпечення ПТК та компонентів, які увійшли до складу програмного забезпечення дослідного зразка ПТК.

А) SAP BusinessObjects Xcelsius

Компонент SAP BusinessObjects Xcelsius призначений для візуального контролю діяльності підрозділів, в тому числі за допомогою ключових показників ефективності KPI.

Функції компонента:

- консолідоване відображення різних KPI на інформаційній панелі в наочному графічному вигляді (датчики, значки, карти, картинки, діаграми, таблиці та ін.);
- повідомлення при відхиленні значення KPI від заданої величини;
- розробка інформаційних панелей без програмування в середовищі MS Excel;
- програвання історії значень KPI за допомогою «плеєра історії»;
- моделювання сценаріїв «що, якщо»;

- доступ до інформаційних панелей через Інтернет і мобільні пристрої;
- експорт інформаційних панелей в MS Office для формування звітних і презентаційних документів.

Можливості:

- наочне уявлення на одному екрані (інформаційної панелі) різних аспектів діяльності – виконання стратегії, реалізації планів і бюджетів, стану процесів;
- контроль підрозділів з будь-якої точки географічного простору;
- надання інформації з урахуванням персональних потреб керівника;
- зв'язок наборів звітів і методик аналізу з інформаційною панеллю, що дозволяє керівнику при виявленні проблеми негайно перейти до аналізу причини.

Наочність представлення даних на інформаційних панелях SAP BusinessObjects Xcelsius полегшує сприйняття і оцінку ситуації керівником і аналітиком.

Б) SAP BusinessObjects Crystal Reports

Компонент SAP BusinessObjects Crystal Reports призначений для розробки і відображення структурованих, інформативних і зручних звітів, що точно і повно відображають поточну діяльність підрозділів.

Функції компонента:

- розробка складних звітів, в тому числі звітів з крос-таблицями, параметризованих звітів, звітів з різними угрупованнями даних і спеціальними сортуваннями груп, аналітичних звітів з деталізацією і підсумками, звітів в стилі форм, багатостолбцевих звітів, звітів із підзвітами і різнорідними показниками, звітів, що складаються з декількох таблиць;
- вбудовування в звіт сценаріїв «що, якщо», інтерактивних інформаційних панелей і діаграм;

- реалізація перехресних обчислень будь-якої складності завдяки застосуванню формул, що містять арифметичні операції, статистичні та тригонометричні функції;

- деталізація інформації по стовпцях звіту (drill-down);
- поширення звітів через Інтернет, електронну пошту;
- переведення звітів у формат застосувань Microsoft Office, Adobe PDF;

- інтеграція звітів у бізнес-застосування, які використовуються на підприємстві.

Можливості:

- комплексний підхід до побудови аналітичної та регламентної звітності в масштабі всього підприємства;

- швидке формування звітності за допомогою вбудованих шаблонів і майстрів створення звітів;

- підвищення ефективності взаємодії співробітників компанії завдяки можливості створення і поширення різних типів звітів. Взаємодія здійснюється згідно з концепцією користувальницьких повноважень, прийнятої в організації.

В) SAP BusinessObjects Web Intelligence

Компонент SAP BusinessObjects Web Intelligence призначений для оперативного отримання необхідних даних про стан справ для прийняття управлінських рішень, наочного відображення результатів запиту у вигляді структурованого звіту або діаграми.

Функції компонента

- побудова різноманітних оперативних запитів і звітів за запитом (ad-hoc звітність);

- надання користувачам наочного web-інтерфейсу;

- можливість збереження звітів для подальшої роботи з ними в offline-режимі;

- поєднання в звітах і запитах даних з різнорідних джерел, наприклад об'єднання результату запиту з відомостями, що зберігаються в електронній таблиці Excel, Oracle та ін.;

- вбудовування в звіт діаграм і графіків, форматування і фільтрація даних;

- розсилка сформованих звітів по електронній пошті.

Можливості:

- підвищення швидкості прийняття необхідних рішень і внесення корективів в плани організації завдяки своєчасно наданим даним про стан організації;

- самостійне (без звернення до ІТ-департаменту) створення користувачем звітів за допомогою системи зручних запитів, наприклад, доступ до інформації здійснюється за допомогою простого переміщення мишею потрібних елементів, названих зрозумілими термінами;

- підвищення ефективності взаємодії співробітників завдяки можливості створення і поширення різних типів звітів. Взаємодія здійснюється згідно з концепцією користувацьких повноважень, прийнятою в організації.

Г) SAP BusinessObjects Data Services

Компонент SAP BusinessObjects Data Services призначений для збору даних з різномірних джерел, трансформації, структурування і консолідації даних, перевірки, чищення і завантаження даних в корпоративне сховище.

Функції компонента

- широкий спектр підтримуваних джерел та приймачів даних;
- візуальний опис правил перетворень та інтеграції даних;
- масштабована мова створення правил з вбудованими функціями;

- безпека взаємодії з корпоративним сховищем;
- паралельна обробка і мережеві обчислення даних;
- аналіз впливу змін і визначення походження інформації;
- комплексні засоби адміністрування і створення звітності;
- повна сумісність і гнучкість при інтеграції з застосуваннями на базі Web-сервісів.

Можливості:

- прийняття управлінських рішень, на основі якісної інформації;
- отримання доступу до «прихованої інформації» за рахунок об'єднання даних з усіх інформаційних систем;
- оперативне отримання актуальної, достовірної інформації безпосередньо з першоджерела.

ВИСНОВКИ

1. У монографії наведений опис розробленого авторами достатньо простого і в той же час науково-обґрунтованого методу та його програмної реалізації, використання яких надає можливість експертній групі оперативно за простою уніфікованою процедурою у “найкращий” спосіб здійснити вибір спроможностей, варіантів їх ресурсного забезпечення, варіантів сценаріїв розвитку загроз та інших альтернатив в процесах оборонного планування.

2. У процесі розроблення інтеграційного методу проведено формалізацію предметної області сфери оцінювання спроможностей в оборонному плануванні, визначено поняття та об’єкти предметної області, проведено аналіз літературних джерел. Для оцінювання спроможностей, які являють собою достатньо прості об’єкти, модифіковано метод схвального голосування. Для оцінювання спроможностей, які являють собою складні об’єкти, для врахування їх властивостей (векторів критеріїв вибору, характеристик), запропоновано модель інтеграції онтологічного представлення даних, методу аналізу ієрархій та візуалізації на графах процесу парних порівнянь альтернатив.

3. Для створення таксономії даних предметної області оцінювання спроможностей в процедурах оборонного огляду визначено основні базові кванти (понятійні одиниці) предметної області, основні онтології, а також проведено аналіз даних на модельних прикладах. Запропоновано фреймовий підхід до описів узагальнених родових понять, побудована фреймова модель групи спроможностей на модельному прикладі «Розвідка». Наведено опис інформаційного супроводу розв’язання експертних задач із застосуванням експертами онтологічної моделі предметної області, методу аналізу ієрархій і ациклічних орієнтованих графів із застосуванням процедури транзитивного замкнення. Запропоновано схему практичної реалізації

отриманих рішень на прикладі типової задачі органу військового управління.

4. Алгоритм експертного оцінювання спроможностей з використанням інтеграційного методу враховує процес його застосування для різних конфігурацій вхідних даних. Він реалізований у вигляді експериментального зразка програмного інструментарію оцінювання спроможностей в оборонному плануванні.

5. Виходячи з результатів апробації можна зазначити, що особливості запропонованого методу інтеграції онтологічної моделі даних, МАІ та засобів графового представлення процесів порівняння альтернатив в єдиний комплекс для оцінювання спроможностей в оборонному плануванні мають певні переваги перед методами, які зараз використовуються у цій сфері. Передусім, суттєво спрощується експертна діяльність за рахунок візуалізації процесу оцінювання та підтримки транзитивної узгодженості суджень експертів. Застосовується одна й та ж сама технологія роботи експертів на різних етапах цього процесу: 1) для визначення пріоритету (ваги) критеріїв, 2) компетентності (ваги) експертів і 3) власне оцінювання носіїв спроможностей. В той же час, запропонований підхід використовує психологічну здатність будь-якої людини порівнювати, особливо при наявності візуальних образів. При цьому реалізовується вміння людини не тільки вказувати на об'єкт, якому надається перевага, але й оцінити ступінь переваги.

6. У той же час необхідно зазначити, що обґрунтованість і об'єктивність кінцевих результатів експертного оцінювання спроможностей значною мірою обумовлюється коректністю і адекватністю онтологічної моделі предметної області. Тому йдеться про необхідність наявності і доступності максимально повних даних щодо ПдО, термінологічних словників та технічних довідників в електронному поданні, з яких можливо побудувати онтологічну базу. Водночас це обумовлює й необхідність залучення кваліфікованого фахівця з напрямку Data Scientist, обізнаного з особливостями ПдО та здатного побудувати онтологічні описи. Тим не менш, навіть за

відсутності сучасних засобів інформування і наявності неповних даних, запропонований метод завдяки застосуванню якісного способу порівняння альтернатив за вектором відповідних критеріїв здатен надати відчутних переваг.

7. Проведений аналіз особливостей застосування онтологічної моделі, яка описує предметну область, та методу аналізу ієрархій підтверджує ефективність спільного використання цих методів у задачах багатокритеріального вибору. Цей висновок спирається на властивості ієрархічності, притаманні обом складовим методу. Залучення елементів теорії графів значно підсилює зазначену можливість, що в цілому утворює інтеграційне середовище діяльності експертів. Це передусім підвищує наочність подання предметної області, а також знижує вимоги до обсягу знань експертів.

8. Представлений опис процесу розв'язання багатокритеріальної задачі оцінювання спроможностей в термінології інтеграційного методу надає чіткої алгоритмізації процесу експертного оцінювання та конкретизації дій експертів. На прикладі розв'язання типової задачі в структурах органів військового управління показано, що використання запропонованого методу для оцінки спроможностей дозволяє суттєво спростити технологію реалізації процедури підтримки прийняття рішень. На відміну від підходів до оцінювання технічних параметрів військових засобів у ході планування на основі спроможностей з використанням оптимізаційного моделювання за різнорідними параметрами оцінювання при максимумі цільової функції, інтеграційний метод, що пропонується, не потребує обов'язкового врахування розмірних та безрозмірних значень технічних параметрів військових засобів, суттєво спрощує експертні процедури і забезпечує їх наочність.

9. Таким чином, метод може бути використаною як альтернативний або перевірочний при оцінюванні спроможностей за іншими методами, наприклад, методом Делфі, який має низку недоліків, серед яких: значна інтелектуальна та організаційно-технічна навантаженість на організаторів проведення опитування; багато

ітерацій в роботі експертів; зазвичай значний час опрацювання опитувальних анкет; наявність умови анонімності експертів.

10. В перспективі позитивний ефект від використання потенціалу цього підходу в практиці оборонного планування може бути пов'язаним з розширенням онтологічної моделі на логістичне забезпечення військових формувань, планування військових завдань (за класами: стратегічне розгортання, операції, бойові дії, бої, удари тощо), можливі сценарії загроз та їх ймовірні негативні наслідки, інші складові планування сил. Завдяки універсальності підходу запропонований інтеграційний метод може бути використаний на різних етапах і різних рівнях оборонного планування, оскільки під час його проведення значна кількість рішень приймається в умовах наявності альтернативних варіантів.

11. Експериментальний зразок програмного інструментарію може бути використаний в якості прототипу при розробленні програмного продукту, придатного для самостійного або у складі спеціального програмного забезпечення застосування в оборонному плануванні.

Іншими варіантами використання експериментального зразка може бути розроблення інформаційно-аналітичних інструментів із застосуванням стандартного програмного забезпечення класу Business Intelligence або програмного застосунку, вбудованого в спеціальне програмне забезпечення, яке використовується в оборонному плануванні

12. Запропонований підхід репрезентує один з інноваційних інструментів для виконання основних завдань оборонної реформи, визначених у Законі України “Про національну безпеку України”, Стратегії національної безпеки України, Стратегічному оборонному бюлетені України 2020 р., зокрема щодо пошуку ефективних шляхів і механізмів розвитку Збройних Сил України та інших складових сил оборони на сучасних засадах, наближених до стандартів НАТО.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Устименко О. В., Білик В. І. Планування розвитку спроможностей сил оборони України щодо протидії загрозам у ході гібридної війни. Вісник НАДУ при Президентіві України (Серія “Державне управління”). 2018. №2. С. 48-52. URL: <http://visnyk.academy.gov.ua/?lang=ukr&tip=dop&tipn=Page&page=79>
2. Руснак І.С., Петренко А.Г., Яковенко А.В., Романюк І.М., Кохно В.Д. Оборонне планування на основі спроможностей: особливості та перспективи впровадження. *Наука і оборона*. 2017. № 2. С. 3–10. URL: <http://nio.nuou.org.ua/issue/view/10619>
3. De Spiegeleire Cf. S. Ten Trends in Capability Planning for Defence and Security. *The Royal United Services Institution (RUSI) Journal*. 2011. Vol. 156. Issue 5. P. 20-28.
4. Davis P. K. Analytic Architecture for CapabilitiesBased Planning, Mission-System Analysis and Transformation. National Defense Research Institute, Santa Monica, USA. 2002.
5. Звіт про науково-дослідну роботу «Розроблення спеціального математичного програмного забезпечення для раціонального розподілу фінансових оборонних ресурсів за витратною складовою оборонного бюджету «Персонал». Київ: НУОУ імені Івана Черняхівського, 2020, 214 с.
6. Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України. URL: http://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson_SBP_120617.pdf
7. Тагарев Т. Оборонне планування – ключові процеси оборонного менеджменту // Тагарев Т., Букур-Марку Г., Флурі Ф. Оборонний менеджмент: ознайомлення / Женевський центр

демократичного контролю над збройними силами (ДКЗС). Женева-Київ, 2010, 214 с.

8. Тимчасові рекомендації з проведення огляду спроможностей за функціональними групами спроможностей в Міністерстві оборони України, Збройних Силах України та інших складових сил оборони: затверджені МО України 18.10.2018.

9. Функціональні групи спроможностей Міністерства оборони України, Збройних Сил України та інших складових сил оборони: затверджені МО України 09.12.2019.

10. Биченков В. В. Синтез системи підтримки прийняття рішень визначення рівня спроможностей Збройних Сил України в ході оборонного планування. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2015. № 3. С. 9–17.

11. Оборонна реформа: системний підхід до оборонного менеджмента: монографія / А. Павліковський та ін. За заг. ред. д. військ. н. А. Сиротенка. Київ: НУОУ, 2020. 274 с.

12. Оборонний огляд: український вимір 2014–2018: монографія / Ф. Саганюк та ін. За заг. ред. д. військ. н., проф. І. Руснака. Київ: МО та ГШ ЗС України, НУОУ, 2019. 196 с.

13. Біла книга – 2017. Збройні Сили України. Київ, 2018. 140 с.

14. Качинський А. Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. Київ: Інститут проблем національної безпеки; Національна академія Служби безпеки України. 2004. – 472с.

15. Нестеренко О.В. Безпекова сингулярність. Інформаційні технології та спеціальна безпека. 2018, № 1 (003). С. 47-55.

16. Юдін О.К., Бучик С. С. Державні інформаційні ресурси. Методологія побудови класифікатора загроз: монографія. Київ: НАУ, 2015. 214 с.

17. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах / Э.Г. Петров та ін. Херсон: Олди-плюс. 2003. 380 с.

18. Стрижак О.Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів.

Екологічна безпека та природокористування. Збірник наукових праць. Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. 2013, вип. 12. С. 166–177.

19. Nesterenko O., Trofymchuk O. Patterns in forming the ontology-based environment of information-analytical activity in administrative management. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. № 5/2 (101). P. 33-42. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.180107

20. Нестеренко О.В. Онтолого-керовані інформаційні системи в адміністративному управлінні. Математичне моделювання в економіці. 2019. № 2 (15). С. 57-68.

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

22. Нестеренко А.В. Информационный менеджмент – значение и задачи. Информатизация та нові технології. 1996. №3. С. 20-23.

23. Нестеренко О.В., Нетесін І.Є. Моделі інформаційного навантаження при опрацюванні документів в автоматизованих інформаційно-аналітичних системах органів державної влади. Реєстрація, зберігання і обробка даних. 2011. Т. 13. №1. С. 39-55.

24. Саати Т. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений. *Cloud of Science*. 2015. Т. 2. № 1. С. 5-39. URL: http://cloudofscience.ru/sites/default/files/pdf/CoS_2_5.pdf

25. 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. 2011. № 13 (167). С. 1-6.

26. Vlahavas I., Bassiliades N., Sakellariou I., Molina M., Ossowski S., Futo I., Pasztor Z., Szeredi J., Velbitskiyi I., Yershov S., Netesin I. ExperNet: An Intelligent Multi-Agent System for WAN Management. *IEEE Intelligent Systems*. 2002. №17 (1). P. 62-72. URL:

https://www.academia.edu/18155858/ExperNet_An_Intelligent_Multiagent_System_for_WAN_Management

27. Niaraki A. S., Kim K. Ontology based personalized route planning system using a multi-criteria decision making approach. *Expert Systems with Applications*. 2009. 36 (2). P. 2250-2259.

28. Xu F.-x., Liu X.-h., Chen W., Zhou C., Cao B.-w. An ontology and AHP based quality evaluation approach for reuse parts of end-of-life construction machinery. *Mathematical Problems in Engineering*. 2018. DOI: 10.1155/2018/3481030

29. El-Dsouky A.I., Ali H.A., Rashed R.S. Ranking documents based on the semantic relations using analytical hierarchy process: Query expansion and ranking process. *Information Retrieval and Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. 2018. 4. P. 1841-1859. DOI: 10.4018/978-1-5225-5191-1.ch084

30. Groza A., Dragoste I., Sincai I., Jimborean I., Moraru V. An ontology selection and ranking system based on the analytic hierarchy process. Proceedings - *16th International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing, SYNASC 2014*. 2015. P. 293-300. DOI: 10.1109/SYNASC.2014.47.

31. Wasielewska K., Ganzha M., Paprzycki M., Badica C., Ivanovic M., Lirkov I. Multicriteria analysis of ontologically represented information. *AIP Conference Proceedings*. 2014. 1629. P. 281-295. DOI: 10.1063/1.4902284.

32. Liao Y.-X., Rocha Loures E., Canciglieri Jr. O., Panetto H. A novel approach for ontological representation of analytic hierarchy process. *Advanced Materials Research*. 2014. 988. P. 675-682. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.988.675

33. Lai C.-M. Integrating simplified swarm optimization with AHP for solving capacitated military logistic depot location problem. *Applied Soft Computing*. 2019. Vol.7. P. 1-12. DOI: 10.1016/j.asoc.2019.02.016

34. Kovac M., Stojkovic D., Mitic V. Capability based defence development planning – optimal option selection for capability development.

XI Balkan Conference on Operational Recarch (BALCOR-2013). Conference Paper. 2013. P. 551-558. URL: <https://www.researchgate.net/publication/287999099>

35. Destefano R.J., Tao L., Gai K. Improving Data Governance in Large Organizations through Ontology and Linked Data. *Proceedings 3rd IEEE International Conference on Cyber Security and Cloud Computing, CSCloud 2016 and 2nd IEEE International Conference of Scalable and Smart Cloud, SSC 2016*. 2016. P. 279-284. DOI: 10.1109/CSCloud.2016.47

36. Rabaey M., Van Damme C., Vandenborre K., Vandijck E. Ontology Negotiation in an Intelligent Agents Dynamic System for Military Resources and Capabilities Planning. *IRMA International Conference*. 2007. P. 1586-1589. DOI: 10.4018/978-1-59904-929-8.ch419.

37. Хнигічева А.М., Новіков О.М., Тимошенко А.О. Моделювання безпеки складних інформаційно-комунікаційних систем із використанням логіко-ймовірнісного методу. Наукові вісті Національного технічного університету України Київський політехнічний інститут. 2010. Вип.6. С. 70-77.

38. Пустовіт О.С., Устименко В.О. Про застосування алгебраїчної комбінаторики до проблем кодування та криптографії. Математичне моделювання в економіці. 2017. №1-2. С. 31-46.

39. Нестеренко А.В., Нетесин И.Е. Графовая модель кибербезопасности информационных ресурсов. Проблемы управления и информатики. 2020. №4. С. 91-108.

40. Alexander V. Nesterenko, Igor E. Netesin. Cybersecurity graph model of information resources. *Journal of automation and information science*, 2020. № 52(8). P. 14-31. DOI: 10.1615/JAUTOMATINFSCIEN.V52.I8.20

41. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень. : Монографія. Київ: ТОВ «Маклаут», 2008. 444 с.

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

43. Харари Ф. Теория графов / Пер. с англ. Москва: Мир, 1973. 302 с.

44. Оре О. Теория графов / Пер. с англ. Москва: Наука, 1980. 336 с.
45. 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.
46. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели. Москва: Мир, 1991. 464 с.
47. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Москва: Радио и связь, 1993. 278 с.
48. Карпович А.А., Нетесін І.Є., Поліщук В.Б. Как выбрать ERP по методу Саати. Журнал «ИТМ. Информационные технологии для менеджмента». 2014. Часть 1. №6-8. С. 16-21. Часть 2. №9-10. С. 10-14.
49. Логический подход к искусственному интеллекту. От классической логики к логическому программированию. Пер. с фр. / А. Тейз, П. Грибомон, Ш. Луи и др. Москва: Мир. 1990. 132 с.
50. Литвин В.В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 240 с.
51. Субботін С.О. Подання і обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень : Навч. посіб. Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. 341 с.
52. Нестеренко О.В. Безпека інформаційного простору державної влади. Технологічні основи. Київ: Наукова думка, 2009. 352с.
53. Ковтунець В.В., Нестеренко О.В., Савенков О.І. Безпека систем підтримки прийняття рішень : Навч. посіб. – Київ: Національна академія управління, 2016. 190 с.
54. Брукс П. Метрики для управления ИТ-услугами. Москва: Альпина БизнесБукс, 2008. 283 с.
55. Deming W. E. Quality, productivity, and competitive position. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, 1982. 373 p.

56. 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.

57. Методологічні аспекти інформатизації військової логістики: колективна монографія / В. Б. Поліщук та ін.: за ред. В. Б. Поліщука. – Київ: УкрНЦ РІТ, 2019. 104 с.

58. C3 taxonomy baseline 3.1. Document AC/322-d(2019)0034 (INV) / Consultation, command and control board (C3b) North atlantic treaty organization, 2019. 133 p.

59. Приходнюк В.В., Стрижак А.Е. Множественные характеристики онтологических систем. Математическое моделирование в экономике. 2017. № 1-2. С. 47–61.

60. Горборуков В.В., Стрижак О.Є., Франчук О.В., Шаповалов В.Б. Онтологічне представлення задачі ранжування альтернатив. Математическое моделирование в экономике. 2018. № 4. С. 49–69.

61. Інтелектуальні системи, базовані на онтологіях / Д.Г. Досин та ін. Львів: “Цивілізація”, 2009. 414 с.

62. 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.

63. Дідіченко В.П. Загальний зміст та основні положення концепції обґрунтування складу військ (сил), необхідного для виконання визначених завдань, за критерієм “достатності спроможностей”. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2019. №3 (36). С. 33-39.

64. Oleksandr Nesterenko, Igor Netesin, Valery Polischuk, Oleksandr Trofymchuk. Development of a procedure for expert estimation of capabilities in defense planning under multicriterial conditions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 4/2 (106). P. 33-43. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208603.

65. Федорієнко В. А., Андрощук О. В., Головченко О. В., Кірпічніков Ю. А. Аналіз особливостей використання спеціального програмного забезпечення оборонного планування в НАТО. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. Київ, 2020, №3 (70). С. 84-90.

66. Survey of Military Planning / A. Guitouni, A. Boukhtouta, A. Bedrouni та ін. / Defence Research and Development Canada. 2011. URL: https://www.researchgate.net/publication/228437196_AGuitouni_A_survey_of_military_planning_systems.

67. Wilkins D., Myers K., Lowrance J. Planning and Reacting in Uncertain and Dynamic Environments. Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence. 1995. № 7. С. 197-277.

68. Zweden M., Fox M. S. Intelligent Scheduling. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1994. 709 с.

69. NATO Defence Planning capability Review 2017/2018. NATO Documents. 2018. URL: https://www.fmn.dk/temaer/nato/Documents/NATO-Defence_Capability-Review-2017-2018-Denmark-Overview.pdf.

70. Glaerum S., HennemA. Analytical Support to Defence Transformation. Norwegian Defence Research Establishment. 2010. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/21f0/39f8c758ce9543dd6238e6932dd7d69b6a12.pdf>.

71. Shahbazian E., Requirements for the GCCS-M Replacement based on Land Forces Systems [Електронний ресурс] / Elisa Shahbazian // Defence Research and Development Canada. 2015. URL: https://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc200/p801735_A1b.pdf.

Наукове видання

Колектив авторів

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

Частина 2

Відповідальний редактор В. Б. Поліщук

Комп'ютерний набір В. О. Васильченко

Підп. до друку 15.11.2021 Формат 60X84/16

Папір офіс. Гарнітура Times New Roman. Друк. офс.

Ум. друк. арк. 11,9. Обл.-вид. арк. 6,95.

Наклад 300 прим. Зам. 175

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, 8б

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру

видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції

Серія ДК № 5942 від 11.01.2018 р