

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра автоматика та управління в технічних системах
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 004.4'2

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
О. І. Ролік
(ініціали, прізвище)
“ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації) 126 «Інформаційні системи та технології»
(код і назва спеціальності)

на тему: Інформаційна технологія компонентно-базованого проектування сервіс-орієнтованої архітектури інформаційної системи

Виконав: студент 6 курсу, групи ІА-73мп
(шифр групи)

Йовенко Артем Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник декан ФІОТ, д.т.н., проф. каф. АУТС Теленик С. Ф.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент проф. кафедри ММСА ННК «ІПСА», д.т.н. Бідюк П. І.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 161 с., 17 рис., 28 табл., 8 додатків, 27 джерел.

Тема магістерської дисертації «Інформаційна технологія компонентно-базованого проектування сервіс-орієнтованої архітектури інформаційної системи».

Підґрунтям актуальності теми даної магістерської дисертації є потреба автоматизації процесу оцінки та вибору прикладних ІТ-сервісів, розробки моделі для оцінки якості ІТ-сервісів і сукупних витрат, пов'язаних з їх придбанням і використанням. Питання вибору ІТ-сервісів, як ключових компонентів сервіс-орієнтованої архітектури інформаційної системи підприємства є недостатньо опрацьованими, що викликає необхідність дослідження процесів оцінки і вибору прикладних ІТ-сервісів, розробки моделі для оцінки якості ІТ-сервісів і сукупних витрат, пов'язаних з їх придбанням і використанням.

Об'єктом дослідження є підприємство-споживач ІТ-сервісів.

Предметом дослідження є процес вибору ефективної архітектури ІТ-сервісів корпоративної інформаційної системи на підприємстві.

Метою роботи є автоматизація процесу багатокритеріального вибору ІТ-сервісів та побудови сервіс-орієнтованої архітектури інформаційної системи підприємства.

Результатом виконання даної кваліфікаційної роботи є запропонована інформаційна технологія для оцінки та вибору ІТ-сервісів сервіс-орієнтованої архітектури інформаційної системи, що враховує додаткові витрати на окремі ІТ-сервіси та на основі нечітких оцінок якості ІТ-сервісів і сукупних витрат на їх придбання та експлуатацію дозволяє визначити набір ІТ-сервісів серед альтернатив, що задовольняють необхідним рівням якості підтримки бізнес-процесів і мають мінімальну оцінку сукупних витрат. Результати розробок та досліджень роботи були використані при розробці системи, що проваджена в експлуатацію, що підтверджує практичне значення одержаних результатів.

Ключові слова: ПРОЕКТУВАННЯ, СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНА АРХИТЕКТУРА, IT-СЕРВІСИ

ABSTRACT

Master's dissertation: 161 pp., 17 figures, 28 tables, 8 appendixes, 27 sources.

Theme of the master's thesis "Information technology of component-based design of service-oriented architecture of the information system".

The reason for the relevance of the topic of this master's thesis is the need for automation of the process of evaluation and selection of applied IT services, the development of a model for assessing the quality of IT services and aggregate costs associated with their acquisition and use. The choice of IT services as the key components of the service-oriented architecture of the enterprise information system is underdeveloped, which causes the need to study the processes of evaluation and choice of applied IT services, the development of a model for assessing the quality of IT services and the total costs associated with their acquisition and use.

The subject of the research is the process of choosing an effective architecture of IT-services of the corporate information system at the enterprise.

The purpose of the work is to automate the process of multi-criteria choice of IT services and build a service-oriented architecture of the enterprise information system.

The result of this qualification work is the proposed information technology to evaluate and select IT-services of service-oriented architecture of the information system, taking into account the additional costs of individual IT services and based on fuzzy assessments of the quality of IT services and aggregate cost of their acquisition and operation allows identify a set of IT services among alternatives that meet the required levels of quality of business process support and have a minimal estimate of total costs. The results of the development and research work were used in the development of the system put into operation, which confirms the practical value of the results obtained.

Keywords: DESIGN, SERVICE-ORIENTED ARCHITECTURE, IT-SERVICE

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ.....	10
ВСТУП.....	11
1 ПРОБЛЕМАТИКА ВИБОРУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ІТ-СЕРВІСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	13
1.1 ІТ-стратегія як компонент стратегічного управління підприємством	13
1.1.1 BPM-інструменти	20
1.1.2 Інструменти аналізу діяльності по системі збалансованих показників	21
1.1.3 Фінансові інструменти.....	22
1.2 Роль ІТ-архітектури та завдання вибору інформаційних систем в ІТ-стратегії підприємства.....	24
1.3 Аналіз проблем вибору ІТ-сервісів в сучасних умовах	35
1.3.1 Необхідність вибору способу реалізації	36
1.3.2 Невизначеність, притаманна задачі вибору.....	39
1.4 Висновок до розділу	42
2 МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА	44
2.1 Постановка задачі вибору ІТ-сервісів в умовах сервіс-орієнтованої архітектури.....	44
2.2 Розробка моделей для оцінки якості і сукупних витрат для ІТ-сервісів	55
2.2.1 Нечітка модель оцінки якості ІТ-сервісів в умовах COA	56
2.2.2 Додаткова невизначеність в моделі інтегральної якості.....	62
2.2.3 Нечітка модель оцінки сукупних вартісних витрат для ІТ-сервісів	73
2.2.4 Алгоритм порівняння нечітких оцінок витрат для різних альтернатив	78
2.3 Розробка моделі вибору ІТ-сервісів в умовах COA	85
2.4 Висновок до розділу	96
3 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ПОБУДОВИ СЕРВІСНО-ОРІЄНТОВАНОЇ АРХІТЕКТУРИ.....	99
3.1 Розробка методики вибору ІТ-сервісів в умовах COA	99
3.1.1 Методика розробки критеріїв оцінки якості для альтернатив в задачі вибору способу придбання ІС.....	99

3.1.2	Методика формування набору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури.....	105
3.2	Архітектура інформаційної системи для вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури.....	107
3.3	Висновок до розділу.....	117
4	АПРОБАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИБОРУ ІТ-СЕРВІСІВ .	118
4.1	Постановка завдання та аналіз ситуації.....	118
4.2	Побудова графа інтегральної якості для оцінки альтернатив.....	121
4.3	Аналіз альтернатив.....	122
4.4	Висновок до розділу.....	127
5	СТАРТАП ПРОЕКТ.....	128
5.1	Опис ідеї проекту.....	128
5.2	Технологічний аудит ідеї проекту.....	130
5.3	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	132
5.4	Розроблення ринкової стратегії проекту.....	138
5.5	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	141
5.6	Висновок до розділу.....	145
	ВИСНОВКИ.....	146
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	148
	ДОДАТОК А.....	151
	ДОДАТОК Б.....	156
	ДОДАТОК В.....	163
	ДОДАТОК Г.....	164
	ДОДАТОК Д.....	165
	ДОДАТОК Е.....	166
	ДОДАТОК Ж.....	167
	ДОДАТОК З.....	168

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

BPM – Business Performance Management

BSC – Balanced Score Cards

TCO – Total Cost of Ownership

ОПР – Особа, що Приймає Рішення

COA – Сервіс-Орієнтована Фрхітектура

MAI – Метод Аналізу Ієрархій

ВСТУП

В останні роки ми стали свідками зростаючого інтересу до проектування архітектури програмного забезпечення, обумовленого неминучою необхідністю її застосування при розробці великих і складних програмних систем. Розробка архітектури програмного забезпечення є одним з найбільш ранніх етапів розробки системи. Забезпечення виконання всіх вимог веде до кращого впровадження системи. Однак забезпечити правильність та ефективність програмної архітектури непросто.

Системні вимоги збираються від зацікавлених сторін (наприклад, кінцевих користувачів, менеджменту, маркетингу, третіх сторін та розробників) і включають функціональні і нефункціональні атрибути. Функціональні вимоги, як правило, описують очікувану поведінку рішення або компонентів рішення, і існує величезний обсяг знань і літератури про те, як їх збирати, моделювати, оцінювати і перевіряти. Нефункціональні атрибути, з іншого боку, описують властивості системи, наприклад, ремонтпридатність, зручність використання, ефективність, портативність, надійність і т. д. [1]. Немає єдиної думки про стандартну методологію оцінки якості в архітектурі систем і відсутність загальної таксономії (незважаючи на стандарт IEEE 1061-1998) також обмежують розвиток широко поширених методів та інструментів оцінки. Крім того, архітектори можуть визначати конкретні атрибути на основі свого контексту, що підтримують досить абстрактні методології, щоб вписатися в їх конкретний архітектурний дизайн. Таким чином, архітектор повинен розуміти вимоги зацікавлених сторін, оцінювати якісні характеристики і вибрати найкращий метод оцінки та інструменти, що підходять для процесу проектування.

До недавнього часу в процесі вибору найбільш вигідного рішення з точки зору сукупних витрат і повноти забезпечення підтримки бізнес-процесів керівництво підприємств розглядало різні варіанти реалізації прикладних ІС, а також можливість їх комбінування. У той же час для сучасного ІТ-ринку характерна тенденція, пов'язана з переходом підприємств до сервісно-орієнтованої архітектури (СОА), яка по суті своїй

означає, що при виборі слід розглядати не прикладну інформаційну систему в цілому, а окремі її функціональні компоненти - ІТ-сервіси. В результаті застосування такого способу побудови ІС підтримка бізнес-процесів може здійснюватися одним або кількома ІТ-сервісами, що значно ускладнює процедуру оцінки різних варіантів створення ІС через відсутність моделей, що дозволяють здійснювати оцінку і робити вибір ІТ-сервісів в умовах СОА.

Зазначені обставини викликають необхідність досліджувати процеси оцінки і вибору прикладних ІТ-сервісів, обґрунтувати спосіб вирішення даного завдання в умовах сервісно-орієнтованої архітектури та розробити моделі для оцінки якості ІТ-сервісів і сукупних витрат, пов'язаних з їх придбанням і використанням, а також модель вибору ІТ-сервісів в умовах СОА. Це дозволить підвищити обґрунтованість прийняття рішень при виборі ІТ-сервісів на підприємстві в умовах сервісно-орієнтованої архітектури корпоративних інформаційних систем.

Питання вибору ефективної архітектури ІТ-сервісів для корпоративної інформаційної системи на підприємстві є недостатньо опрацьованими. Найбільш дослідженими є економіко-математичні аспекти оцінки якості та сукупної вартості володіння для прикладних інформаційних систем, а також питання багатокритеріального вибору і прийняття рішень в умовах невизначеності.

1 ПРОБЛЕМАТИКА ВИБОРУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ІТ-СЕРВІСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

1.1 ІТ-стратегія як компонент стратегічного управління підприємством

Характерною рисою управління сучасним підприємством є посилення уваги до стратегічних аспектів управління, пов'язаних з вирішенням проблеми сталого розвитку організації в умовах наростаючих змін у зовнішньому середовищі.

У сучасній теорії управління організацією виділяється чотири основних концепції управління: бюджетні методи контролю, планування в довгостроковій перспективі, стратегічне планування та стратегічне ринкове управління. Відзначимо, що остання концепція на даний момент є завершальною стадією формування сучасної системи управління. Відповідно до неї, організація розглядається як відкрита система, успіх якої залежить від того, як організація адаптується до зовнішнього оточення мікро- і макrorівня.

Аналіз джерел з питань стратегічного управління говорить, що на даний момент традиційними є два підходи до розуміння стратегії.

Відповідно до першого підходу стратегія базується на точному визначенні кінцевого стану, яке повинно бути досягнуто через певний (як правило, досить тривалий) проміжок часу. Після цього визначається послідовність дій, які необхідно вжити для того, щоб прийти до цього кінцевого стану. Потім складається календарний план дій з тимчасовою розбивкою. При такому розумінні стратегія - це конкретний довгостроковий план досягнення конкретної мети, а розробка стратегії - це процес визначення цієї мети і планування дій, по її досягненню.

Другий підхід до розуміння стратегії заснований на розгляді сукупності окремих стратегічних рішень. В результаті такого підходу під стратегією розуміють цілісну сукупність взаємопов'язаних стратегічних рішень, що описує ключові напрямки діяльності підприємства.

Залежно від прихильності до того чи іншого підходу, даються і різні визначення поняття стратегії. У той же час аналіз робіт, присвячених питанням визначення і формування стратегії, дозволив виділити ряд основних рис, характерних для терміна «стратегія»:

- стратегія виступає як інструмент реалізації місії компанії;
- стратегія визначає логічно послідовний алгоритм прийняття рішень;
- стратегія являє собою реакцію на внутрішні сили організації, з урахуванням зовнішніх можливостей і загроз, спрямовану на створення конкурентних переваг;
- стратегія надає можливість визначати економічні та неекономічні вигоди, які організація може забезпечити власникам;
- стратегія визначає цілі основні шляхи їх досягнення, так що компанія отримує єдиний напрямок дій;
- стратегія визначає межі дій компанії і прийнятих управлінських рішень.

Розробкою стратегії займається менеджмент підприємства. Дана діяльність є одним з ключових елементів стратегічного управління на підприємстві. Під стратегічним управлінням прийнято розуміти процес, який визначає послідовність дій компанії по розробці і реалізації стратегії.

У загальному вигляді модель стратегічного управління представляє собою замкнутий цикл взаємопов'язаних управлінських процесів:

- а) формулювання місії підприємства;
- б) визначення цілей підприємства;
- в) оцінка і аналіз внутрішнього і зовнішнього середовища;
- г) вироблення і аналіз стратегічних альтернатив;
- д) вибір стратегії;
- е) реалізація стратегії;
- ж) оцінка стратегії

Структура даних процесів, що утворюють цикл стратегічного управління представлена на рис. 1.1.

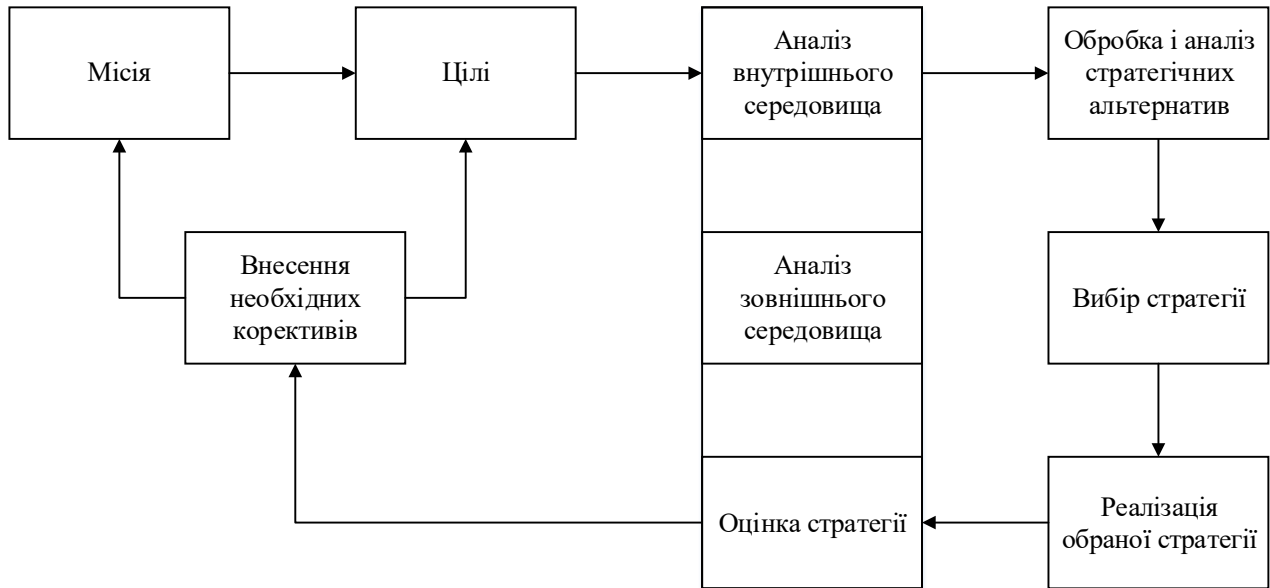


Рисунок 1.1 - Структура процесів стратегічного управління

Залежно від конкретних умов, реалізація даного процесу може бути різною, відображаючи потреби і ключові напрямки бізнесу.

Однією з ключових тенденцій у функціонуванні економіки і діяльності сучасних підприємств є повсюдне поширення інформаційних технологій, що обумовлює їх зростаючу роль в процесі стратегічного управління підприємством і забезпечення його конкурентоспроможності на ринку. Стратегічне значення інформаційних технологій в діяльності підприємства полягає в забезпеченні його розвитку, підвищення конкурентоспроможності, зниженні витрат, а також підвищення ефективності бізнес-процесів.

Зовнішній прояв цього процесу виражається в зміні характеру завдань, які ставлять перед ІТ-підрозділом підприємства, і необхідності обґрунтовувати вибір ІТ-рішень з точки зору потреб бізнесу. Наслідком цього можна вважати виділення окремого

напрямку стратегічного управління, пов'язаного з розробкою і реалізацією ІТ-стратегії підприємства.

Враховуючи сучасну роль інформаційних технологій в бізнесі слід вважати розгляд ІТ-стратегії, як системи, що складається з двох взаємопов'язаних елементів.

– Стратегія розвитку прикладних інформаційних систем, в рамках якої визначаються необхідне системне і прикладне програмне забезпечення, а також архітектура, що описує їх взаємодію. Дана складова стратегії повинна безпосередньо узгоджуватися з бізнеспотребами і відповідати цілям і пріоритетам бізнес-стратегії підприємства.

– Стратегія управління ресурсами ІТ-підрозділу, що включає визначення цілей і завдань ІТ-підрозділу і план розвитку та управління персоналом та ІТ-ресурсами.

Gartner [2] було запропоновано більш детально розбиття ІТ-стратегії на наступні складові:

- а) ІТ-інфраструктура - всі компоненти ІТ (апаратне і програмне забезпечення і комплектуючі, мережі), необхідні для забезпечення середовища виконання бізнес-процесів підприємства;
- б) експлуатація - забезпечення ІТ-департаментом доступності ІТ-середовища на щоденній основі;
- в) портфель додатків - опис того, як буде змінюватися наявний набір прикладних систем;
- г) інтеграція бізнес-процесів - забезпечення взаємодії різних систем між собою;
- д) сорсинг - забезпечення виконання стратегії внутрішніми і зовнішніми для департаменту ІТ ресурсами.

Співвідношення між представленим трактуванням поняття ІТ-стратегії і визначеним Gartner [2] показано на рис. 1.2.

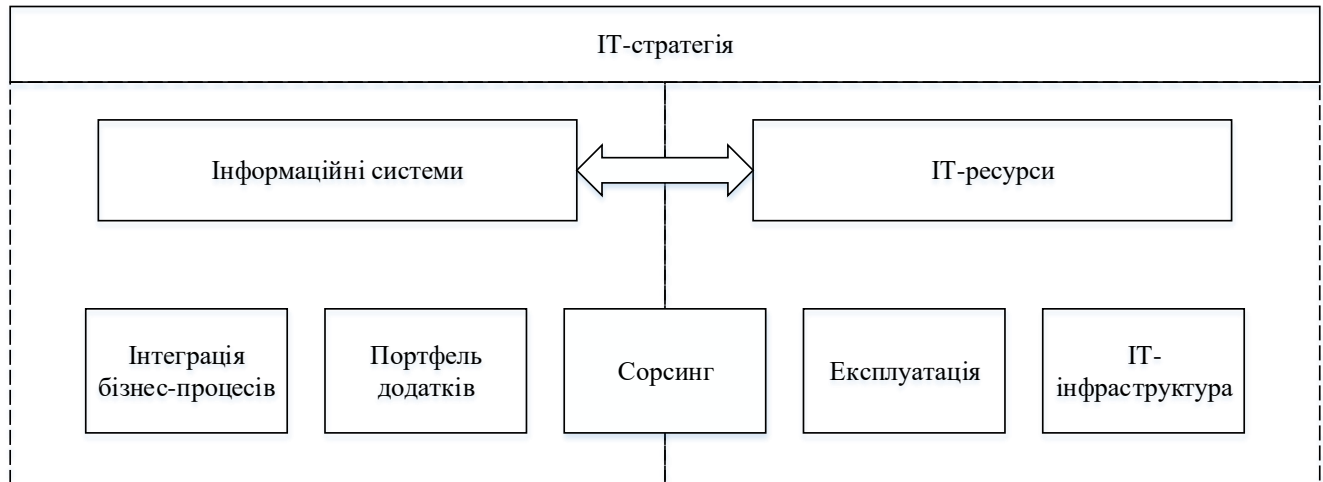


Рисунок 1.2 - Складові елементи ІТ-стратегії

Кожна з наведених вище складових ІТ-стратегії для конкретного підприємства може бути представлена в більшій чи меншій мірі в залежності від потреб бізнесу і ролі інформаційних технологій. Однак слід зазначити, що в тому чи іншому вигляді кожен з представлених елементів повинен бути відображений в ІТ-стратегії.

Аналіз публікацій і робіт, присвячених розробці та реалізації ІТ-стратегій, дозволив виділити наступні найбільш характерні підходи до формування ІТ-стратегій на підприємствах.

Відсутність ІТ-стратегії або концепції ІТ. Даний підхід простий, оскільки він не передбачає постановку цілей ІТ і планування відповідних робіт в прив'язці до поставлених цілей. У той же час варто відповісти, що явна відсутність ІТ-стратегії зовсім не говорить про те, що у керівництва немає розуміння необхідності управління і стратегії в ІТ. Характерними проблемами в такій ситуації будуть:

- складність обґрунтування інвестицій в ІТ;
- нерозуміння ролі ІТ в бізнесі організації;
- незадоволеність співробітників і керівництва підприємства поточним інформаційним забезпеченням, суб'єктивізм оцінок ефективності;

- непрозорість і слабка керованість ІТ в цілому, а також тенденції до відокремленого використання різних інформаційних систем різними підрозділами підприємства.

Планування технічних і/або програмних засобів. При цьому підході основний акцент при розробці та реалізації ІТ-стратегії робиться на технічне оснащення і апаратне забезпечення ІТ-інфраструктури.

Авангардизм. При такому підході основний фокус ІТ-керівництва підприємства робиться на впровадження найсучасніших технологій і останніх технічних новинок для отримання конкурентної переваги в бізнесі.

Підприємства, які є прихильниками даного підходу, незалежно від галузі та рівня доходів, можуть бути розділені на три групи:

- підприємства, які намагаються впровадити останні технологічні досягнення, випередивши тим самим конкурентів;
- підприємства, які впроваджують нововведення приблизно одночасно з конкурентами;
- підприємства, які впроваджують технічні новинки після того, як їх уже апробували конкуренти.

Слід зазначити, що прихильність до впровадження нових і часом невідлагоджених технологій часто приховує в собі загрозу зайвих витрат на впровадження і застосування. Крім цього подібна тактика, як правило, не передбачає будь-якого довгострокового планування закупівель програмного і апаратного забезпечення.

ІТ- ключові фактори успіху. При такому підході першочергова увага приділяється тим компонентам ІТ, які забезпечують ключові фактори успіху підприємства, тобто тих аспектах діяльності, на які необхідно звертати найпильнішу увагу. Відповідно, стратегія, цілі та завдання ІТ визначаються ключовими факторами успіху підприємства. Даний підхід видається ефективним, проте має ряд складнощів, пов'язаних в першу чергу з тим, що керівництво підприємства не завжди може точно визначити всі ключові фактори

успіху (а часом можливі і помилки у визначенні факторів успіху), а також правильно підібрати відповідні ІТ-інструменти.

ІТ-стратегія визначається бізнес-стратегією. При такому підході розробка ІТ-стратегії базується на стратегії бізнесу і логічно впливає з її місії, а також бачення, цілей і завдань підприємства. При цьому передбачається, що інформаційні технології на підприємстві вторинні і покликані лише підтримувати основний бізнес. При такому підході керівництво підприємства в першу чергу розглядає ІТ як статтю витрат в своєму бюджеті і орієнтоване в першу чергу на мінімізацію витрат, пов'язаних з ІТ. У відповідність з цим ІТ-стратегія при даному підході орієнтована в першу чергу на оптимізацію ІТ-ресурсів, хоча і має такий же поділ і структуру, як і бізнес-стратегія підприємства, відображаючи підтримку стратегічного управління на корпоративному, організаційному і функціональному рівнях.

Вирівнювання ІТ-стратегії і стратегії бізнесу. При цьому підході інформаційні технології розглядаються не просто як підтримка бізнесу підприємства, а як елемент, який впливає на цей бізнес і стратегію підприємства в цілому. Даний підхід є розвитком попереднього підходу в плані впливу на стратегію, виходячи з можливостей ІТ, є найбільш ефективним підходом до розробки ІТ-стратегії.

Даний підхід дозволяє визначити, як використання інформаційних технологій буде підтримувати існуючу і майбутню діяльність підприємства, формувати нові конкурентні переваги і адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі.

В рамках даного підходу розробка ІТ-стратегії виливається в визначення основних напрямків розвитку, а також конкретних цілей і завдань на найближчі роки за наступними напрямками:

- інформаційні послуги, що надаються користувачам;
- використовувані додатки, технічні та програмні засоби, мережі;
- організаційна структура інформаційної служби.

При цьому також проводиться аналіз бізнес-процесів підприємства та їх необхідності в автоматизації, розробляються місія, цілі та завдання ІТ-підрозділів.

Як видно, даний підхід в повній мірі описує і враховує всі складові ІТ-стратегії, представлених на рис.1.2.

Галузеві підходи. Даний підхід описує вузькоспеціалізовані специфічні підходи до ІТ-стратегії, зумовлені особливостями сфери дії підприємств. Найчастіше подібний підхід до розробки ІТ-стратегії базується на методології ITIL (Information Technology Infrastructure Library - бібліотека передового досвіду з організації та управління службою ІТ), яка передбачає стандартизацію і планування інформаційних послуг, що надаються підрозділами і співробітникам підприємства. Істотна увага при цьому приділяється структурі ІТ-підрозділу, а також функціональних обов'язків його співробітників.

Аналізуючи перераховані вище підходи до розробки ІТ-стратегії, можна помітити, що вони відрізняються і позиціонуванням ролі ІТ в бізнесі підприємства та підходами до підтримки бізнес-функцій підприємства за допомогою інформаційних технологій. Найбільш правильним в сучасних умовах є підхід, коли ІТ-стратегія є складовою частиною загальної стратегії підприємства. При такому підході кожна складова ІТ-стратегії буде логічно зв'язуватися з елементами бізнес-стратегії, що дозволить приймати обґрунтовані рішення і забезпечити прозорість у реалізації та оцінці ІТ-стратегії з боку менеджменту підприємства.

Розробка і реалізація ІТ-стратегії є важливою складовою роботи керівника ІТ-підрозділу підприємства. Для підтримки цієї роботи можуть використовуватися такі інструменти стратегічного управління:

1.1.1 BPM-інструменти

BPM-інструменти можуть розглядатися і як концепція управління (тобто певний підхід до прийняття управлінських рішень та їх практичної реалізації), і як тип інформаційних систем (тобто комплекс програмних і апаратних засобів, що

підтримують концепцію BPM і забезпечують її практичну реалізацію). В основі концепції BPM лежить ідея безперервного циклу управління, що складається з:

- визначення цілей розвитку,
- моделювання факторів, що визначають досягнення цілей, і наявних обмежень;
- планування дій, що ведуть до досягнення поставлених цілей;
- постійний моніторинг, що дозволяє відстежувати стан ключових параметрів, ефективності та їх відхилення від плану;
- аналіз досягнутих результатів, що дозволяє краще усвідомити природу «носіїв ефективності»;
- складання фінансової та управлінської звітності, що допомагає керівникам різного рівня приймати економічно обґрунтовані рішення.

На кожному з етапів виконання циклу BPM виконується узгодження і коригування стратегічних цілей на підставі оперативних даних про поточне виконання поставлених показників. Дана обставина обумовлює серйозну залежність інформаційних BPM систем від IT-рішень по збору, обробці та подання даних з різних систем підприємств.

1.1.2 Інструменти аналізу діяльності по системі збалансованих показників

Для стратегічної оцінки діяльності і проектів в області інформаційних технологій використовується модифікації даного підходу - система збалансованих показників IT (IT Balanced Score Card). Дана система являє IT-орієнтований підхід, сконцентрований на визначенні продуктивності IT-ресурсів в процесі вирішення стратегічних завдань бізнесу. Замість чотирьох класичних основних напрямків збалансованих показників визначаються наступні напрямки: розвиток бізнесу, продуктивність, якість і ефективність прийняття рішень. На підставі оцінки кожного з напрямків проводиться загальна оцінка і аудит діяльності IT-підрозділу підприємства.

1.1.3 Фінансові інструменти

Фінансові інструменти дозволяють оцінити фінансові показники ІТ-проектів (чиста приведена вартість, внутрішня норма прибутковості, повернення інвестицій, період окупності та ін.). Даний підхід оперує показниками, звичними для розуміння керівництвом підприємства, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення. З іншого боку, оцінка ІТ-проектів дуже часто буває складною, а часом і просто неможливою, тому що не завжди можна прямо оцінити фінансові потоки, пов'язані з ІТ.

Описані вище інструменти застосовуються для підтримки і автоматизації діяльності менеджменту підприємства, пов'язаної зі стратегічним плануванням. Проте, жоден з них не може в повній мірі замінити роботу керівника на стадії розробки ІТ-стратегії або при прийнятті стратегічних рішень. Так концентрація на бізнес-процесах при розробці ІТ-стратегії не дозволить в необхідній мірі описати інфраструктуру підприємства, яка знаходиться на більш низькому рівні. Застосування тільки системи збалансованих показників при розробці ІТ-стратегії не дає можливості для оцінки майбутньої діяльності ІТ-підрозділу або для порівняння альтернативних інформаційних систем. Застосування ж виключно фінансових інструментів не дозволить оцінювати якісні аспекти, пов'язані з реалізацією ІТ-стратегії, наприклад, задоволеність користувачів якістю ІТ-послуг або зручність роботи з тією чи іншою інформаційною системою.

На підставі всього вищесказаного, а також дотримуючись методики, запропонованої Gartner [2] для формування ІТ-стратегії, процес розробки ІТ-стратегії в загальному випадку може бути представлений у вигляді схеми, представленої на рис. 1.3.

Говорячи про кращі практики з організації розробки ІТ-стратегій, можливо відзначити наступні підходи:

- обов'язкова прив'язка всіх стратегічних планів розвитку інформаційної системи до бізнес-цілей, бізнес-метрик і до базової інфраструктури;

- простота, гнучкість, ясна форма моделі розвитку інформаційних систем і регулярна основа її обговорення;
- обмежений період розробки стратегії. Перегляд і коригування відповідно до наміченого основним напрямком;
- спільна робота архітекторів стратегії інформаційних технологій і розробників бізнес-стратегії;
- обов'язкова залученість вищого керівництва організації в процес дозволу і управління виникаючими проблемами і ризиками.

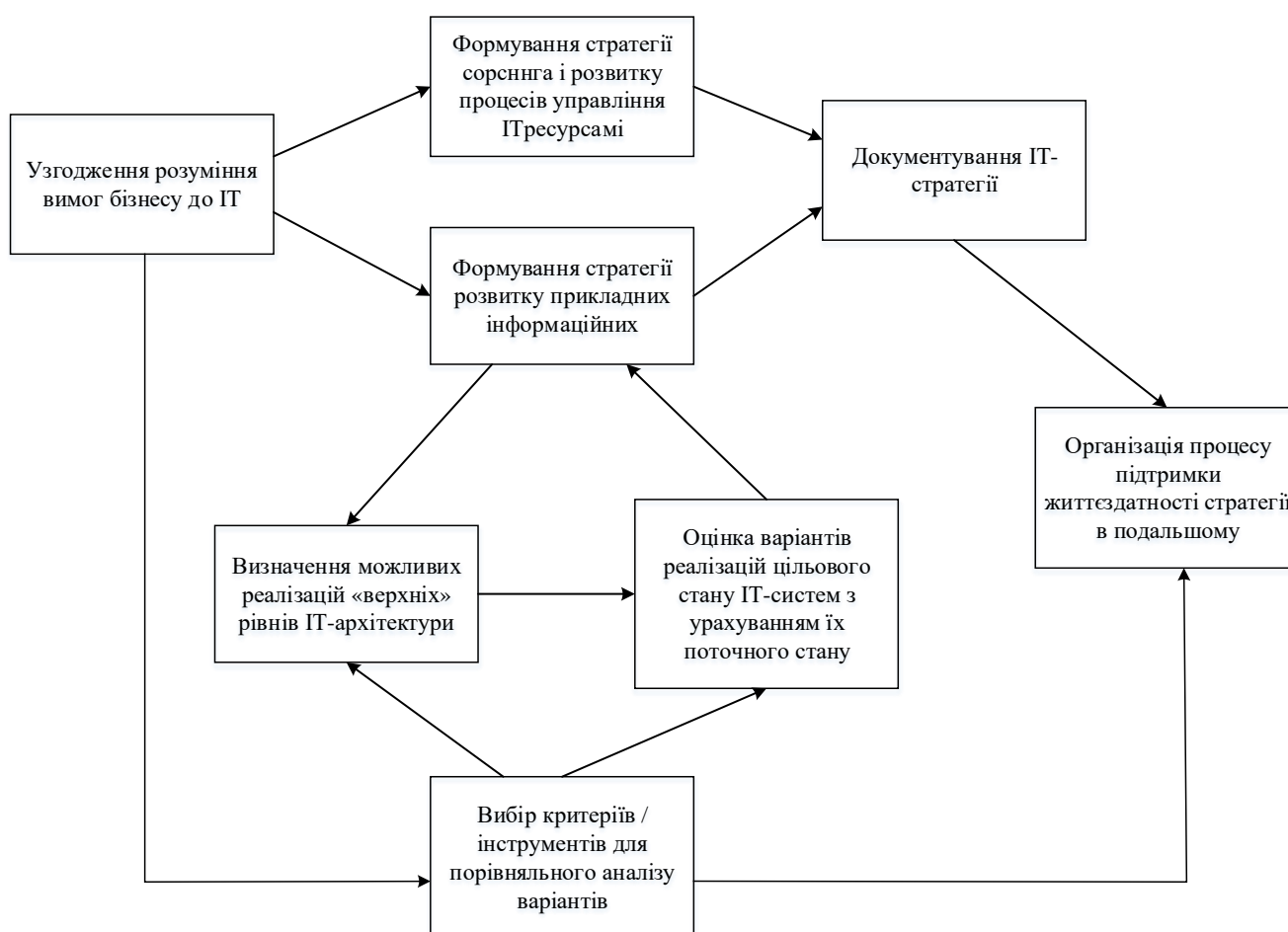


Рисунок 1.3 - Алгоритм розробки ІТ-стратегії

Таким чином, наявність комплексної і пропрацьованої ІТ-стратегії дозволяє керівництву підприємства розуміти роль і вплив використовуваних технологій на успішність бізнесу в поточному положенні, а також проводити комплексне планування розвитку всього інформаційного комплексу підприємства для організації підтримки бізнес-функцій і отримання додаткових конкурентних переваг підприємства. У разі відсутності або, що часом набагато гірше, при наявності некоректної ІТ-стратегії існують серйозні ризики вибору неправильного шляху розвитку інформаційних ресурсів, що може згубно позначитися на конкурентоспроможності в сучасних умовах.

1.2 Роль ІТ-архітектури та завдання вибору інформаційних систем в ІТ-стратегії підприємства

У попередньому розділі було розглянуто саме поняття ІТ-стратегії, а також був зроблений огляд підходів до її розробки.

Говорячи про ІТ-стратегії, можна виділити два основних складових елемента: стратегію розвитку прикладних інформаційних систем і стратегію в галузі управління та експлуатації інформаційних ресурсів підприємства. Кожен з напрямків має свої власні цілі і інструменти аналізу та управління.

Так, прикладні інформаційні системи визначають те, як виконується підтримка бізнес-процесів на підприємстві. У зв'язку з цим розробка стратегії їх розвитку тісно пов'язана з розумінням основного бізнесу підприємства і стратегічних напрямків його розвитку. При цьому самі прикладні системи - це зона відповідальності бізнесу, тобто потреба в конкретній бізнес-функціональності інформаційної системи (ІС), що визначається менеджментом підприємства, а не ІТ-спеціалістами.

Діяльність же по експлуатації інформаційних ресурсів і забезпечення працездатності ІТ-інфраструктури підприємства сфокусована в основному на технологіях і найчастіше слабо пов'язана з основним бізнесом. При цьому акцент робиться на сьогоднішніх, щоденних проблемах.

Говорячи про відмінності двох напрямків ІТ-стратегії, слід зазначити різний підхід до їх оцінки. З причини того, що стратегія розвитку прикладних ІС тісно пов'язана з бізнес-процесами, які є основою для функціонування підприємства, то при оцінці керівництвом увага повинна бути сфокусована в першу чергу на якість і результативність (effectiveness) підтримки бізнес-функцій. При оцінці стратегії експлуатації інформаційних ресурсів на увазі орієнтації на рішення щоденних завдань ІТ-підрозділу, що повторюються, оцінку слід проводити з точки зору ефективності (efficiency) максимальна віддача при мінімальних витратах).

Для реалізації складової ІТ-стратегії, пов'язаної з управлінням ІТ-ресурсами підприємства, стандартними підходами є управління на основі методології ІТІЛ і аудит діяльності ІТ-підрозділу за допомогою стандарту COBIT (Control Objectives for Information and related Technology - управління та контроль інформаційними технологіями по цілям).

З точки зору формування стратегії розвитку прикладних інформаційних систем підприємства, таких однозначностей немає. Дана обставина викликана в першу чергу відмінностями в підходах до розробки ІТ-стратегії і постійними змінами на ІТ-ринку.

Як вже було сказано вище, дана стратегія безпосередньо пов'язана з основним бізнесом підприємства, і в свою чергу саме прикладні інформаційні системи надають стратегічний вплив на бізнес і конкурентні переваги підприємства. У зв'язку з цим особливо високою бачиться роль етапу, що визначає, які інформаційні технології та прикладні рішення будуть забезпечувати ключові бізнес-процеси підприємства в рамках обраної стратегії.

Розглянемо більш, детально процедуру визначення та вибору інформаційних систем підприємства. Згідно з принципами, описаним вище, розробка стратегії розвитку прикладних інформаційних систем повинна вестися в безпосередньому зв'язку з бізнес-стратегією підприємства. Процедура взаємодії різних елементів показана на рис. 1.4.

Як видно з рис. 1.4, на формування стратегії інформаційних систем впливають в першу чергу напрямки, задані в бізнес-стратегії, а також зовнішні умови, що визначають можливості, загрози і обмеження на розглянуті інформаційні системи. Бізнес-стратегія підприємства визначає ключові потреби бізнесу і цільові показники стану підприємства. На підставі цього при розробці ІТ-стратегії визначаються напрямки її реалізації і описуються бізнес-процеси, автоматизація або підтримка яких повинна здійснюватися за допомогою інформаційних технологій.



Рисунок 1.4 - Структура взаємодії бізнес-стратегії і стратегії розвитку інформаційних систем

На підставі даного опису визначаються функціональні потреби підприємства, тобто ті бізнес-функції прикладних інформаційних систем, які забезпечуватимуть виконання бізнес-процесів. Дані потреби будуть визначати цільову функціональність ІС в рамках стратегії розвитку прикладних інформаційних систем, яку необхідно досягти в результаті її реалізації.

При розробці ІТ-стратегії необхідно відштовхуватися від поточного стану інфраструктури підприємства і його прикладних систем. В результаті, на підставі аналізу існуючих на підприємстві інформаційних систем і цільової бізнес-функціональності можна отримати опис якої функціональності бракує, яку якраз і слід реалізовувати в рамках впровадження нових ІС. Для цього можна використовувати методіку GAP-аналізу, яка дозволяє визначити цільові елементи стратегії за допомогою аналізу ситуацій «as is - як зараз» і «to be - як має бути».

Відзначимо ще раз, що зовнішнє середовище при цьому також робить істотний вплив на цільову функціональність, визначаючи обмеження на вартість і функціональні можливості інформаційних систем, наявних на ІТ-ринку. Дана інформація про можливості і витрати на впровадження і експлуатацію ІС може бути отримана одним із таких способів:

- безпосередньо від постачальників інформаційних систем, наприклад, за запитом від підприємства або RFP (request for proposal - запит пропозиції);
- на основі доступної інформації в Інтернеті, друкованих виданнях та інших відкритих джерелах;
- на основі експертного аналізу або пробної експлуатації систем в тестовому або демонстраційному режимі (якщо така опція можлива).

Крім цього істотний вплив на формування стратегії розвитку прикладних інформаційних систем надає ІТ-архітектура, що в загальному вигляді найчастіше визначається як сімейство керівних принципів, концепцій, правил, шаблонів, інтерфейсів і стандартів, які використовуються при побудові сукупності інформаційних технологій підприємства.

ІТ-архітектура є тим фундаментом, на якому будуються і функціонують всі інформаційні технології підприємства і прикладні системи, що забезпечують підтримку і виконання бізнес-процесів підприємства. Ступінь впливу ІТ-архітектури на вибір інформаційних систем колосальна, тому що в рамках ІТ-архітектури встановлюються

принципи функціонування апаратної платформи, операційних систем, систем управління базами даних, засобів розробки, мов програмування, прикладних систем проміжного шару, каталогів, систем безпеки, мережевої інфраструктури. У зв'язку з цим, ступінь опрацьованості ІТ-архітектури та підходи до розробки ІТ-стратегії дуже часто взаємопов'язані.

Одним з перспективних і таких, що знаходить все більшого поширення моделей розвитку ІТ-архітектури є сервісна модель взаємодії між додатками загальної системи в рамках сервісно-орієнтованої архітектури (COA).

Слід зазначити, що формального і усталеного визначення сервісно-орієнтованої архітектури на даний момент так і не існує. Найбільш загальне формулювання COA наводиться міжнародним консорціумом Open Group: COA - це стиль побудови архітектури, орієнтований на сервіси. Під сервісом (в даному випадку більш правильним буде поняття ІТ-сервіс) в даному випадку розуміється визначення в термінах бібліотеки ІТІЛ, як сукупності програмних і апаратних засобів, що забезпечують виконання певних бізнес-функцій підприємства.

У той же час, якщо розглядати COA з технологічної точки зору, то необхідно вказати на ряд характерних особливостей, якими повинні володіти ІТ-сервіси та технологія їх взаємодії. Основними принципами COA є:

- а) архітектура, як така, не прив'язана до якоїсь певної технології;
- б) незалежність організації системи від використовуваної обчислювальної платформи (платформ);
- в) незалежність організації системи від вживаних мов програмування;
- г) використання ІТ-сервісів, незалежних від конкретних додатків, з однаковими інтерфейсами доступу до них;
- д) організація ІТ-сервісів як слабо-пов'язаних компонентів для побудови систем.

В рамках COA ІТ-сервіс може розглядатися як окремий компонент інформаційної системи або окремий зовнішній ІТ-сервіс, який забезпечує виконання взаємопов'язаних

функцій і взаємодіє із зовнішньою інфраструктурою за допомогою певних інтерфейсів. В результаті підтримка бізнес-процесів може бути реалізована або за допомогою окремого ІТ-сервісу, всередині якого буде реалізована вся логіка, або за рахунок організації взаємодії декількох ІТ-сервісів. Таку взаємодію забезпечують спеціальні інтеграційні платформи, що містять набір необхідних технологічних сервісів, таких як інтеграція, управління бізнес-процесів, а також процедури аудиту і моніторингу одержуваного рішення.

З технічної точки зору, SOA по своїй суті є набором ІТ-сервісів, які обмінюються інформацією один з одним. Комунікація може означати як просту передачу даних, так і координування будь-якої активності двома або більше ІТ-сервісами. На рис. 1.5 зображена принципова схема взаємодії споживача і постачальника ІТ-сервісів в концепції сервісно-орієнтованого підходу.

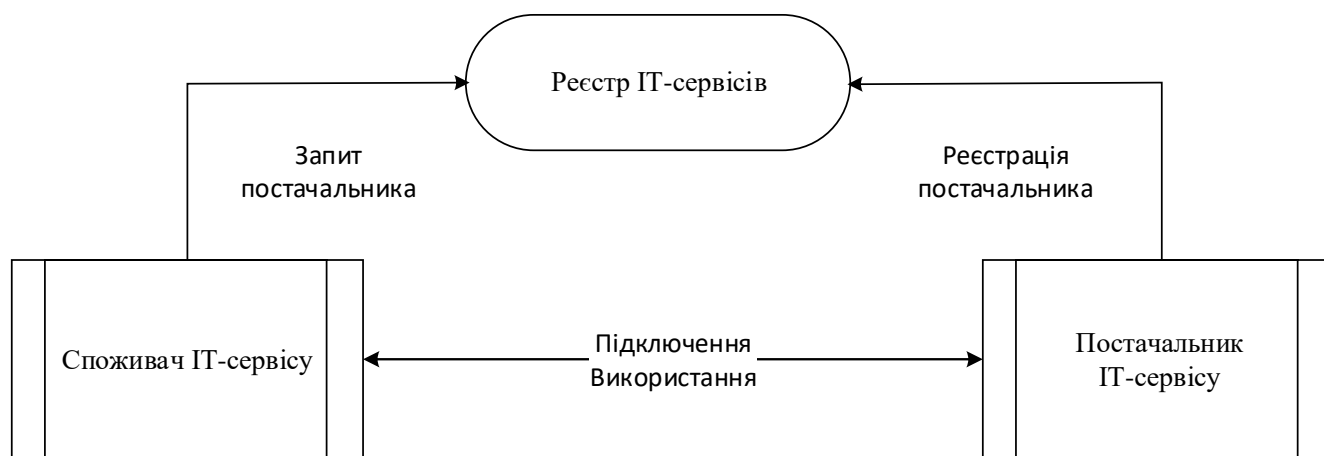


Рисунок 1.5 - Принципова схема взаємодії споживача і постачальника ІТ-сервісів в концепції SOA

Постачальник ІТ-сервісу, на підставі заздалегідь визначеного інтерфейсу, реєструється за допомогою реєстру ІТ-сервісів (іноді званому репозиторієм) в каталозі доступних ІТ-сервісів. У момент, коли споживачеві необхідно скористатися ІТ-сервісом, наданих постачальником, він робить запит до реєстру і отримує так званий дескриптор

постачальника ІТ-сервісу - показчик на конкретного постачальника сервісу, що надає необхідний ІТ-сервіс. Після цього споживач може використовувати вказаний ІТ-сервіс, не володіючи знаннями про внутрішню реалізацію постачальника ІТ-сервісу. Відзначимо, що в якості споживача ІТ-сервісу може виступати як користувач, так і інший ІТ-сервіс, а в якості постачальника ІТ-сервісу можуть виступати окремі додатки, модулі корпоративної інформаційної системи або інші ІТ-сервіси.

СОА являє собою модель, в якій різні функціональні модулі компонентів взаємодіють за допомогою уніфікованих інтерфейсів. Як ІТ-сервіси можуть виступати як прикладні системи, так і їх окремі функціональні модулі, так і віддалені програмні компоненти, що надаються у вигляді послуги. При цьому важливим є той факт, що всі функції інформаційних систем (як локальних, так і віддалених) повинні бути визначені як ІТ-сервіси з чітко визначеними завданнями і можливостями повторного використання іншими системами.

Важливим є також той факт, що на архітектурному рівні звернення до ІТ-сервісу є інваріантним, тобто не має значення, є він локальним або віддаленим, який протокол передачі даних використовується при взаємодії і які з елементів інфраструктури задіяні при цьому. Важливо, що з точки зору архітектури ІТ-сервіс (незалежно від його внутрішньої структури) виглядає як єдине ціле.

Реалізація сервісно-орієнтованої моделі архітектури підприємства несе як стратегічну, так і тактичну цінність.

Стратегічними перевагами SOA є:

- скорочення часу реалізації ІТ-проектів;
- застосування єдиного підходу до оцінки ризиків та вибору компонентів, складових ІТ-архітектур підприємства;
- підвищення продуктивності інформаційних систем;
- більш швидка і менш дорога інтеграція;
- гнучкість у зміні та налаштуванні бізнес-процесів;

- уніфікація доступу до даних і забезпечення цілісності бізнес-даних підприємства;
- можливість об'єднувати інформаційні системи від декількох виробників;
- можливість одночасного використання різних способів придбання інформаційних систем в рамках єдиної інформаційної інфраструктури;
- відповідність всіх компонентів IT-архітектури єдиної політики інформаційної безпеки на підприємстві.

Тактична цінність використання SOA полягає в наступному:

- простота розробки та впровадження корпоративних додатків;
- гнучкість у зміні різних процесів для задоволення специфічних потреб;
- можливість повторного використання компонентів;
- можливість безперервного поліпшення якості кожного з IT-сервісів окремо.

Слід зазначити, що на практиці повною технологічною незалежністю IT-сервісів один від одного і від платформи для взаємодії досягти практично неможливо. У той же час на рівні розгляду IT-сервісів, як сукупності апаратно програмних засобів, які забезпечують виконання певних бізнес-процесів підприємства, даний принцип можна вважати здійсненим.

В результаті можна стверджувати, що вибір IT-сервісів, що реалізують підтримку бізнес-процесів, можна розглядати з точки зору принципів сервісно-орієнтованої архітектури, яка передбачає їх незалежність. Важливим є той факт, що в такому випадку робота з IT-сервісом є інваріантною, тобто не має значення, є він локальним або віддаленим, який протокол передачі даних використовується при взаємодії і які з елементів інфраструктури задіяні при цьому.

Перехід до сервісно-орієнтованої архітектури при створенні інформаційних систем відбивається на рівні IT-стратегії підприємства, в результаті чого розгляд бізнес-функціональності інформаційної системи необхідно перенести на рівень окремих IT-сервісів.

Говорячи про завдання створення інформаційної системи на підприємстві, перехід до СОА означає необхідність вибору окремих ІТ-сервісів, які в сукупності і будуть формувати корпоративну інформаційну систему підприємства. Хотілося б відзначити, що, незважаючи на велику кількість робіт, присвячених оцінці інформаційних систем, питанням вибору не просто окремої інформаційної системи, а формування набору ІТ-сервісів в рамках ІТ-стратегії, приділяється вкрай мала кількість уваги.

Вибір ІТ-сервісів може розглядатися як процес прийняття рішення про те, за допомогою яких апаратно-програмних засобів буде здійснюватися підтримка і автоматизація ключових бізнес-процесів підприємства. Результатом некоректного вибору, котрий відповідає бізнес-вимогам підприємства, можуть бути всілякі неприємні наслідки, починаючи від даремно витрачених коштів і часу до зміни курсу розвитку підприємства або втрати конкурентних переваг. В теорії прийняття рішень будь-яке рішення розглядається як процедура вибору з різних альтернативних варіантів. При цьому ефективність рішення оцінюється як ступінь досягнення цілей і кількість ресурсів, витрачених на досягнення цілей при реалізації рішення. Алгоритм прийняття рішень на стратегічному рівні (до яких відноситься вибір інформаційних систем) включає в себе аналіз поточної ситуації, визначення цілей, визначення критеріїв досягнення цілей, формування множини альтернативних варіантів прийняття рішення, аналіз альтернатив, вибір кращої альтернативи на підставі обраних критеріїв.

З урахуванням вищевказаних особливостей СОА був запропонований алгоритм формування набору ІТ-сервісів в рамках ІТ-стратегії, що складається з наступних кроків.

а) виявлення та закріплення бізнес-процесів підприємства, для яких в рамках загальної стратегії виявлена необхідність підтримки автоматизації за допомогою інформаційних технологій;

б) визначення та формування вимог до якості обслуговування обраних бізнес-процесів за допомогою інформаційних технологій;

- в) формування додаткового набору обмежень і переваг до реалізації бізнес-процесів за допомогою ІТ-сервісів та інформаційних систем;
- г) опис або доопрацювання архітектури у відповідності з вимогами до підтримки бізнес-процесів (при необхідності);
- д) GAP-аналіз, що включає дослідження функціональності інформаційних систем і ІТ-сервісів, що використовуються на підприємстві, і опис цільової функціональності ІТ-сервісів;
- е) формування набору альтернативних інструментальних засобів, що реалізують необхідні бізнес-функції за допомогою ІТ-сервісів, який проводиться на підставі цільового опису функціональності і аналізу ІТ-ринку;
- ж) опис і оцінка альтернатив;
- з) порівняння альтернатив;
- и) виявлення кращого рішення - формування набору ІТ-сервісів з урахуванням вимог до якості обслуговування бізнес-процесів, а також на підставі додаткових вимог, обмежень і переваг з боку менеджменту компанії;
- к) аналіз та затвердження рішення - опис цільових ІТ-сервісів і структури їх взаємодії в рамках ІТ-стратегії підприємства.

Як вже зазначалося вище, процедура створення прикладної ІС за допомогою ІТ-сервісів - це рішення стратегічного рівня, тому при його реалізації необхідно приділяти особливу увагу аналізу та оцінці альтернативних варіантів і наслідків їх вибору. У разі, коли наявна інформація або результати аналізу здадуться недостатньо повними, проходження алгоритму слід повторити з того кроку, на якому потрібно більш глибокий аналіз або дослідження. Таким чином, логічний взаємозв'язок послідовності вибору ІС при розробці ІТ-стратегії може бути описаний схемою на рис. 1.6.

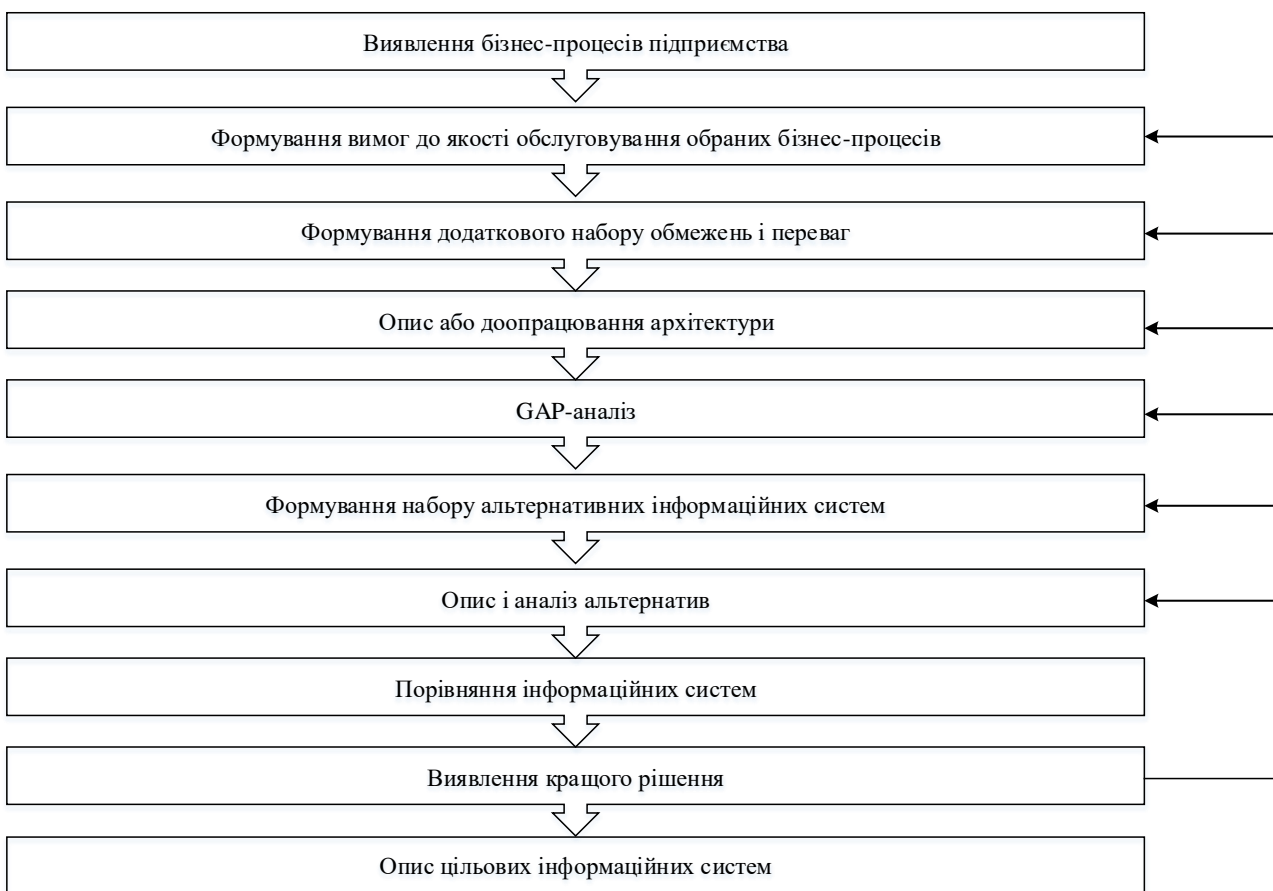


Рисунок 1.6 - Алгоритм формування набору ІТ-сервісів в рамках ІТ-стратегії підприємства в умовах СОА

Слід зазначити, що незалежно від обраної ІТ-стратегії, вибір ІТ-сервісів слід проводити відповідно до наведеного вище алгоритму. По-перше, послідовне виконання кроків алгоритму призведе до обґрунтованого рішення, як з точки зору бізнесу, так і з точки зору технічних характеристик. По-друге, при необхідності деталізації в розробленому алгоритмі завжди є можливість повторити необхідні розрахунки з більшою точністю. По-третє, при виборі ІТ-сервісів завжди можна перевірити відповідність обраних критеріїв поставленим цілям. Крім цього розроблений алгоритм відповідає всім принципам формування рішення про вибір ІТ-сервісів на стратегічному рівні, описаним вище.

Таким чином, вибір ІТ-сервісів в процесі розробки ІТ-стратегії можна розглядати як окреме завдання, що вимагає особливої уваги з боку керівництва і спеціальних інструментів для управління і прийняття обґрунтованих рішень. Для опису процедури формування набору ІТ-сервісів запропонований алгоритм у вигляді циклу зі зворотним зв'язком рис. 1.6. За своїм виглядом і принципам прийняття рішення даний алгоритм аналогічний процедурі формування та реалізації ІТ-стратегії підприємства в цілому. У зв'язку з цим, формування набору ІТ-сервісів слід проводити на стратегічному рівні з належною кількістю уваги. Крім цього слід зазначити, що вибір слід здійснювати на етапі планування, а в процесі реалізації ІТ-стратегії в разі потреби (якщо це буде виявлено на стадії аналізу і оцінки) слід здійснювати коригування згідно з тим же алгоритмом формування набору ІТ-сервісів.

1.3 Аналіз проблем вибору ІТ-сервісів в сучасних умовах

Незалежно від того чи проводиться вибір ІТ-сервісів в рамках розробки або реалізації ІТ-стратегії або просто на підставі рішення про необхідність автоматизації бізнес-процесів на підприємстві, до даного питання слід підходити з особливою ретельністю. Як уже згадувалося в попередньому розділі, стратегічна роль інформаційних технологій в сучасному бізнесі веде до високої відповідальності при виборі ІТ-сервісів і вимагає врахування великої кількості факторів при оцінці і порівнянні можливих варіантів. Помилка при виборі або ігнорування окремих вимог може призвести до суттєвих недоліків чи неможливості використання ІС на підприємстві в принципі, що може нести серйозні негативні наслідки для прибутковості і конкурентоспроможності бізнесу підприємства.

Особливості вибору ІТ-сервісів полягають в наступному:

а) остаточне рішення про вибір тієї чи іншої альтернативи приймає одна людина (в теорії прийняття рішень його називають ОПР - особа, яка приймає рішення), який в той же час може звертатися за допомогою до експертів;

б) альтернативи в задачі вибору можна вважати відомими, тому що інформація про ІТ-сервіси і інформаційні системи може бути отримана і уточнена за допомогою експертів при необхідності;

в) з точки зору оцінки альтернатив дана задача є багатокритеріальною, тобто оцінка ІТ-сервісів і інформаційних систем ведеться за багатьма характеристиками. Їх склад найчастіше не заданий, проте кількість таких характеристик, як правило, істотно перевищує кількість альтернатив в даній задачі.

Таким чином, завдання вибору ІТ-сервісів в умовах СОА можна охарактеризувати як багатокритеріальне завдання прийняття рішення з відомими альтернативами і одним ОПР.

1.3.1 Необхідність вибору способу реалізації

Останні дослідження Computer Economics і результати опитування ІТ-директорів іноземних компаній, проведеного CNews Analytics, говорять про те, що більш ніж в половині випадків при виборі ІС, вирішується також задача про спосіб реалізації ІС. Під способом реалізації (або способом придбання) ІС будемо розуміти послідовність дій від визначення потреб в інформаційній системі до моменту введення її в промислову експлуатацію на підприємстві. Тобто крім рішення задачі про те, за допомогою яких апаратно-програмних засобів буде реалізована необхідна бізнес-функціональність, необхідно вирішувати задачу про те, яким чином здійснювати придбання даних засобів. Очевидно, що для завдання вибору ІТ-сервісів питання вибору способу їх реалізації також необхідно вирішувати.

Якщо раніше це питання частіше вирішувалося в рамках стратегії «сорсингу» в ІТ-підрозділі, тобто рішення, чиїми силами необхідно проводити розробку і впровадження ІС на підприємстві, то сьогодні цей вибір не такий однозначний через велику кількість можливих альтернативних варіантів придбання. Сучасний рівень розвитку ІТ-ринку характеризується зростанням ринку ІТ-послуг та ІТ-аутсорсингу.

Зростання ринку ІТ-послуг спровокував появу і поширення нових способів реалізації (або придбання) інформаційних систем і ІТ-сервісів. Говорячи про нові способи придбання ІС, в першу чергу мається на увазі оренда ІС. Під орендою в даному випадку слід розуміти надання програмного забезпечення як послуги.

SaaS-підхід (Software as a Service - надання програмного забезпечення в якості послуги) надання ІТ-послуг побудований на такій бізнес-моделі, при якій замовник на договірній основі отримує в розпорядження певний набір функцій (або ІТ-сервісів) програмного забезпечення. Постачальник (або провайдер) послуг надає компанії замовнику доступ до вже готових варіантів ІС, стягуючи плату за користування ІТ-сервісами. Оплата здійснюється на підставі угоди про надання послуг, в якому визначаються види ІТ-сервісів і спосіб їх оплати.

В відповідність зі стандартом ДСТУ ISO / ІЕС 12207-2016 слід розглядати такі варіанти реалізації інформаційних систем на підприємстві:

- а) покупка готового програмного продукту, який задовольняє певним вимогам;
- б) розробка програмного продукту або забезпечення програмної послуги власними силами;
- в) розробка програмного продукту або отримання програмної послуги на договірній основі;
- г) комбінації з перерахуванням а), б), в);
- д) модернізація існуючого програмного продукту або послуги.

Розвиваючи даний підхід відповідно до сучасних тенденцій різні варіанти реалізації ІС можна розбити на три основні групи:

- поставка рішення «під ключ»,
- придбання платформи (або базової поставки системи) з подальшим доопрацюванням,
- оренда рішення.

З точки зору стратегії залучення співробітників ІТ-підрозділу компанії-замовника до виконання проекту можна умовно виділити два варіанти реалізації:

- без участі співробітників ІТ-підрозділу замовника;
- із залученням співробітників ІТ-підрозділу замовника.

В результаті, загальна класифікація основних способів придбання інформаційних систем і ІТ-сервісів може бути представлена у вигляді схеми на рис. 1.7:

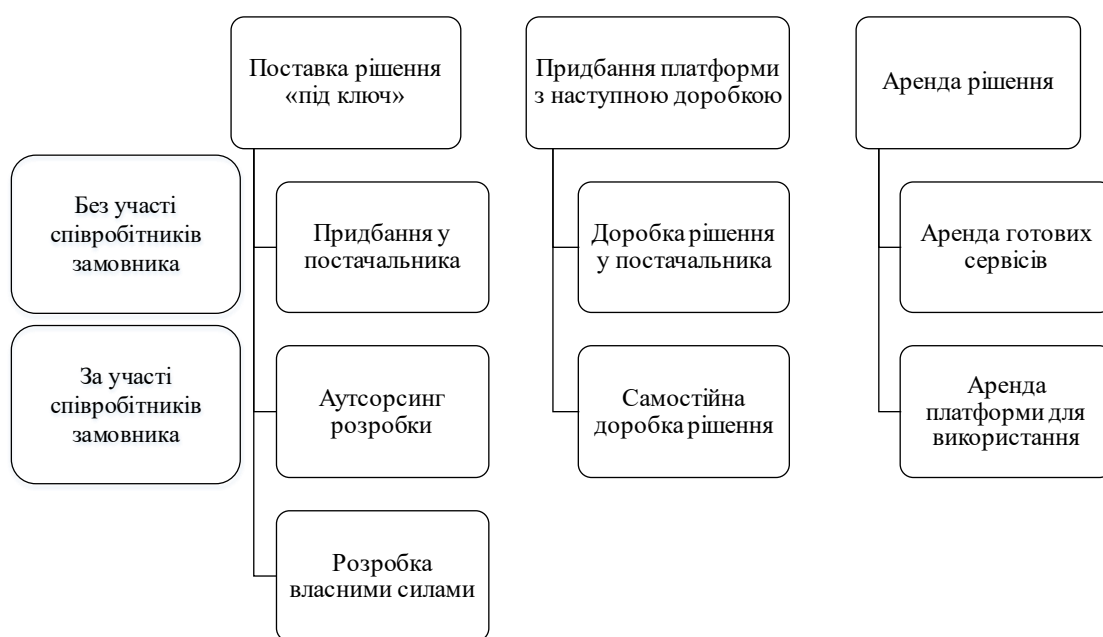


Рисунок 1.7 - Різні способи придбання ІТ-сервісів і інформаційних систем

Дамо короткий опис кожного з наведених способів реалізації ІТ-сервісів і інформаційних систем.

Придбання ІТ-рішення у постачальника передбачає покупку готових ІТ-сервісів або інформаційних систем. Постачальник в даному випадку повністю здійснює поставку та впровадження всього необхідного апаратного та програмного забезпечення, проведення навчання співробітників, підготовку всієї необхідної документації і т.д. Склад рішення, що постачається, визначається на підставі вимог, які сформульовані керівництвом компанії-замовника.

Під розробкою ІТ-рішення будемо розуміти створення «унікальної» ІС, під вимоги замовника, коли розробка всіх функціональних компонентів і проектування основних модулів (якими можуть бути і ІТ-сервіси) ІС ведеться «з нуля». При такому визначенні в дану категорію потрапляють інформаційні системи, в яких використовуються бази даних, сервера додатків або сервісів від сторонніх виробників. Відмінною особливістю в даному випадку буде те, що сторонні системи використовуються як такі, що забезпечують системи для самостійної реалізації бізнес-функціональності кінцевих інформаційних систем.

Доопрацювання передбачає придбання сторонніх ІС або ІТ-сервісів з подальшим доопрацюванням, налаштуванням або програмуванням додаткових модулів і компонентів системи (ними також можуть бути ІТ-сервіси). В результаті придбані компоненти використовуються як платформа для побудови системи з необхідною функціональністю і необхідним рівнем якості.

Як розробка, так і придбання ІТ-рішення з подальшим доопрацюванням можуть або проводитися силами ІТ-підрозділу підприємства, або віддаватися іншим компаніям на аутсорсинг.

Кожен з описаних вище способів реалізації ІС істотно впливає як на вартість, так і на якість інформаційної системи, що впроваджується на підприємстві, а, отже, при оцінці способів створення ІС необхідно враховувати способи реалізації ІС та ІТ-сервісів.

1.3.2 Невизначеність, притаманна задачі вибору

При оцінці і аналізі альтернатив в завданні формування стратегії прикладних ІС дуже часто зустрічається ситуація невизначеності, тобто коли не можна дати однозначну відповідь щодо тих чи інших характеристик.

В ході аналізу публікацій і робіт, присвячених даній тематиці були виявлені найбільш характерні ситуації, пов'язані з невизначеністю під час вибору ІС.

– Невизначеність, викликана нестачою інформації та її достовірності про альтернативи в силу технічних, економічних та інших причин. Так, не завжди можливо точно визначити кількісні параметри ІТ-сервісів, наприклад, такі як швидкодія, відмовостійкість та ін. Крім цього, не завжди можна отримати однозначну інформацію про сукупні витрати, тому що провести точну оцінку ІТ-проекту досить складно, до того ж постачальники рішень дуже часто не вказують вартість супутнього програмного забезпечення, необхідного для функціонування ІТ-сервісів.

– Лінгвістична невизначеність при оцінці якісних характеристик, пов'язана з різною інтерпретацією термінів. Наприклад, зручність для користувача інтерфейсу може бути інтерпретовано по-різному різними експертами. Крім цього лінгвістична невизначеність часто виникає при формуванні вимог до бізнес-процесів на стратегічному рівні, коли оцінка до якості їх реалізації може бути сформульована у вигляді лінгвістичних термів, наприклад, таких як «низький», «достатній» або «високий» без уточнення, які кількісні або якісні оцінки характеристик їм відповідають.

– Невизначеність, пов'язана з неможливістю проведення великої кількості досліджень і оцінок характеристик ІТ-сервісів, що не дозволяє встановити адекватність обраної для опису ситуації ймовірнісної моделі. Так, наприклад, для оцінки відмовостійкості системи необхідно провести безліч вимірів, як при однакових, так і при відмінних зовнішніх умовах. При цьому позитивні результати подібних вимірів не зможуть гарантувати стовідсоткову відмовостійкість при роботі ІТ-сервісу в ході промислової експлуатації.

– Невизначеність, пов'язана з різним ступенем впевненості експертів при оцінці тих чи інших значень критеріїв, що виявляється в першу чергу під час оцінок непрямих витрат, пов'язаних з експлуатацією та підтримкою ІТ-сервісів, а також при оцінці характеристик, які залежать від поведінки зовнішнього середовища.

– Невизначеність, пов'язана з обмеженнями в ситуації прийняття рішень. Наприклад, обмеження по часу на прийняття рішення, які не дозволяють провести оцінку з достатнім рівнем точності і деталізації інформації.

В результаті, при виборі ІТ-сервісів на стратегічному рівні виникають такі завдання:

а) для кожного бізнес-процесу необхідно визначити ІТ-сервіс (або набір ІТ-сервісів), який реалізує його підтримку у відповідність до потреб бізнес-стратегії;

б) в рамках функціональної реалізації необхідно визначити спосіб придбання обраних ІТ-сервісів, якими можуть бути внутрішні інформаційні системи, знову запроваджені інформаційні системи, окремо розроблені ІТ-сервіси або послуги, що надаються за моделлю SaaS;

в) для всіх ІТ-сервісів необхідно визначити обмеження і додаткові вимоги у відповідності з ІТ-стратегією (вартість, інтеграція, функціональні якості, технічні характеристики і т.д.);

г) для всіх бізнес-процесів необхідно сформувати множину ІТ-сервісів, що реалізують необхідну бізнес-функціональність необхідної якості і в відповідність з додатковими вимогами і обмеженнями на вартість і структуру ІТ-сервісів.

Слід також зазначити, що в моделі СОА закладена гнучкість побудови систем, яка дозволяє комбінувати різні способи реалізації описані вище і об'єднувати ІТ-сервіси від різних інформаційних систем при реалізації функціональної підтримки бізнес-процесів підприємства. Завдяки цьому кожен ІТ-сервіс можна розглядати і оцінювати (проводити оцінку його якості і вартості) окремо від постачальника самого ІТ-сервісу (інформаційної системи, в рамках якої він надається або постачальника послуги в разі моделі SaaS), що дає нам можливість застосовувати всі підходи для оцінки інформаційних систем до ІТ-сервісів.

Перехід до сервісно-орієнтованої архітектури на підприємстві по суті своїй означає, що при формуванні стратегії прикладних інформаційних систем в якості

окремого елемента слід розглядати не інформаційну систему, а ІТ-сервіс, що вимагає більшої деталізації при оцінці, аналізі і рішенні додаткових завдань.

Зазначені вище проблеми при виборі ІС, говорять про те, що сучасні умови на ІТ-ринку в ІТ-менеджменті диктують нові вимоги до підходів оцінки та вибору ІС і розробки стратегії прикладних інформаційних систем. Згідно цим тенденціям, сучасному підприємству необхідно в першу чергу керуватися принципами сервісно-орієнтованої архітектури і брати до уваги різні способи реалізації ІТ-сервісів, а також враховувати фактори невизначеності і неточності вихідної інформації при виборі.

1.4 Висновок до розділу

Для управління інформаційними технологіями на стратегічному рівні на підприємстві необхідно мати ІТ-стратегію. ІТ-стратегія повинна включати стратегію розвитку прикладних інформаційних систем і стратегію управління ресурсами ІТ-підрозділів. ІТ-стратегія дозволяє розуміти потребу бізнесу підприємства в інформаційних технологіях, а також керувати і розвивати інформаційні послуги і сервіси, що надаються ІТ-підрозділом підприємства.

В даному розділі було виконано огляд підходів до розробки ІТ-стратегії і ролі ІТ-архітектури в ній. Показані цінності і переваги застосування сервісно-орієнтованого підходу при створенні інформаційних систем і формуванні ІТ-стратегії підприємства.

Для сервісно-орієнтованої архітектури запропонований алгоритм з циклом зворотного зв'язку, що описує процедуру формування набору ІТ-сервісів на стратегічному рівні.

Процедура вибору ІТ-сервісів в процесі розробки ІТ-стратегії може бути описана як багатокритеріальна задача прийняття рішення з відомими альтернативами і одним ОПР. Для даної задачі з урахуванням її специфіки та аналізу сучасних умов найбільш характерними проблемами є необхідність розгляду різних способів реалізації ІТ-сервісів

і невизначеність, що виникає як на етапі визначення вимог, так і на стадії оцінки та аналізу альтернативних варіантів ІС.

Питання формування ІТ-стратегії в умовах сервісно-орієнтованої архітектури вимагає поглибленого аналізу до рівня окремих ІТ-сервісів, що реалізують необхідну підтримку бізнес-процесів. У свою чергу перехід до розгляду цільової функціональності прикладних інформаційних систем на рівні ІТ-сервісів дозволяє закласти гнучкість оцінки, що враховує різні способи реалізації ІС у вигляді окремих ІТ-сервісів. Таким чином, рішення задачі формування набору ІТ-сервісів в рамках СОА і в умовах невизначеності дозволяє вирішити задачу формування стратегії прикладних ІС в сучасних умовах.

Огляд сучасних підходів до оцінки ІС, дозволяє стверджувати, що існуючі підходи не дозволяють вирішити задачу вибору ІС та ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури і з урахуванням додаткових вимог, що відбивають сучасні тенденції в ІТ-менеджменті. Дані обставини визначають необхідність розробки інструментарію, що дозволяє вирішувати задачу формування набору ІС в рамках сервісно-орієнтованої архітектури корпоративної інформаційної системи підприємства.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Постановка задачі вибору ІТ-сервісів в умовах сервіс-орієнтованої архітектури

У попередньому параграфі були розглянуті особливості, характерні для ситуації вибору в умовах сервісно-орієнтованої архітектури, а також основні проблеми, що виникають в процесі вибору ІТ-сервісів і інформаційних систем.

При розробці моделі, яка описує вибір ІТ-сервісів, необхідно враховувати всі ці фактори, для того щоб розроблена модель відповідала дійсності і могла бути застосована на практиці.

З урахуванням особливостей та проблематики, описаних в попередньому розділі, завдання вибору ІТ-сервісів може бути представлено у вигляді кортежу:

$$\langle X, Z, Y, G, L, P, R, W, K \rangle, \quad (2.1)$$

де $X = \{x_i\}, i = \overline{1, n}$ - множина бізнес-процесів, обраних в рамках стратегії підприємства для підтримки і автоматизації за допомогою ІТ-сервісів;

$Z = \{z_k\}, k = \overline{1, s}$ - множина інформаційних систем, що розглядаються в процесі вибору, як альтернатив, що реалізують необхідну для автоматизації та підтримки бізнес-процесів X ;

$Y = \{y_j\}, j = \overline{1, m}$ - множина ІТ-сервісів, що надаються інформаційними системами Z , згідно сервісно-орієнтованого підходу, розглянутому в попередньому розділі. Кожна інформаційна система Z_k реалізує певну функціональність $Y^k \subset Y$. Функціональність кожної з розглянутих ІС може бути різною ($Y^k \cap Y^l$), частково перетинатися ($Y^k \cap Y^l \neq \bar{0}$), або повністю збігатися ($Y^k = Y^l$);

G - множина критеріїв для оцінки якості розглянутих в задачі вибору ІТ-сервісів альтернатив;

L - множина шкал оцінок альтернатив для кожного з критеріїв G ;

P - відображення ІТ-сервісів Y на множину критеріїв G в рамках оцінок експертами і ОПР за шкалами можливих значень L ;

R - набір правил, що визначають принципи порівняння і вибору ІТ-сервісів Y на основі їх оцінок P ;

W - обмеження, що відображають цілі та переваги ОПР в завданні автоматизації бізнес-процесів X ;

K - критерій оптимальності рішення.

На множині критеріїв G завдання вибору ІС описується наступним чином:

а) альтернативами завдання вибору в умовах СОА є ІТ сервіси Y , що поставляються в рамках інформаційних систем Z .

б) кожна з альтернатив $y \in Y$ володіє M характеристиками (що в нашій задачі є одночасно і критеріями, за якими ми оцінюємо альтернативи);

в) кожній i -й ($i = 1, \dots, M$) властивості g_i альтернативи y відповідає локальна критеріальна оцінка $p_i = f_i(y)$, яка проводиться за шкалою L_i ;

г) в результаті кожній альтернативі y відповідає в M -вимірному критеріальному просторі P точка $p = (p_1, p_2, \dots, p_M) = (f_1(y), f_2(y), \dots, f_m(y)) \in R^M$. Будемо називати числа $f_i(y)$ - оцінкою альтернативи y за локальним критерієм g_i ;

д) відображення множини Y в критеріальному просторі G породжує в цьому просторі множина $P = Y_G$, що є зображенням множини Y :

$$Y \xrightarrow{\{f_1(y), f_2(y), \dots, f_M(y)\}} Y^G \subset P = R^M;$$

е) на множині рішень в критеріальному просторі P накладені критеріальні обмеження, що утворюють підмножину $Y_W \subset W$;

ж) допустима множина рішень Y_D в критеріальному просторі G утворена перетином множин Y_G і Y_W ($Y_D = Y_G \cap Y_W$);

- з) ранжування і вибір рішення проводиться на основі критерію оптимальності K ;
- и) формальна постановка задачі вибору полягає в пошуку набору ІТ-сервісів $Y^* = \{y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jm}\}$, у відповідності з правилами порівняння і вибору альтернатив R .

З точки зору повноти та надійності початкової інформації про ситуацію, в якій необхідно приймати рішення, всі підходи до обґрунтування вибору альтернатив в процесі прийняття рішень можна розділити на три типи:

- детерміновані завдання, які характеризуються відсутністю невизначеності в параметрах оцінки альтернатив за критеріями та одержаними результатами;
- в умовах ризику, коли невизначеність розглянутих параметрів враховується за допомогою моделювання ситуацій з відомими законами розподілу ймовірностей;
- в умовах невизначеності, що характеризуються тим, що закон розподілу розглянутих параметрів і вихідних величин невідомий, або немає повної впевненості щодо його функціональної приналежності, або значень параметрів.

Дану задачу вибору ІТ-сервісів можна віднести до третього типу, тому що всі види невизначеності, властиві поставленому завданню і описані в попередньому розділі, не можна описати ні детермінованою, ні статистичною моделями.

У загальному випадку задача прийняття рішення в умовах невизначеності може бути описана схемою, яка передбачає наявність наступних елементів:

- набір взаємовиключних рішень $\Phi = \{\varphi_i\}$, одне з яких треба прийняти;
- зовнішнє середовище S , яке може приймати одне з декількох станів $\Theta = \{\theta_j\}$, при цьому в якому конкретному стані знаходиться зовнішнє середовище ОПР не знає;

- оціночний функціонал $F = \{f_{ji}\}$, визначений на $[\Theta \times \Phi]$ і приймає значення з R , який характеризує «виграш» або «програш» при виборі рішення φ_i , за умови що навколишнє середовище буде перебувати в стані θ_j .

Фактично різні стани середовища характеризують різні можливі значення оцінок за критеріями G , що входять до складу розрахунку оціночного функціоналу F . В ситуації, коли зовнішнє середовище поводить ся «антагоністичним» чином по відношенню до вибору рішень органом управління прийнято називати теорією ігор. У разі «пасивного» зовнішнього середовища з заданим розподілом ймовірностей її станів $p = \{p_j\}$ на $\Theta = \{\theta_j\}$ прийнято називати статичними рішеннями або «іграми з природою». Ці випадки поведінки середовища можна назвати крайніми. У загальному випадку існує ціла градація інформаційних ситуацій, що визначають стратегію поведінки середовища S .

На основі аналізу ряду робіт, присвячених даній задачі, була складена класифікація найбільш характерних інформаційних ситуацій в умовах невизначеності. Види інформаційних ситуацій, а також методи і критерії оптимальності, які застосовні для кожної інформаційної ситуації, наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Класифікація інформаційних ситуацій і критеріїв прийняття рішення для задачі вибору в умовах невизначеності

Назва	Опис	Методи і критерії пошуку оптимальних рішень
I ₁ - перша інформаційна ситуація	Характеризується заданим розподілом апріорних ймовірностей на елементах множини Θ	<ul style="list-style-type: none"> – Критерій Баєса (математичне очікування F) – Критерій мінімуму дисперсії оціночного функціоналу F – Модальний критерій – Метод «бассових» поверхонь

Продовження таблиці 2.1

Назва	Опис	Методи і критерії пошуку оптимальних рішень
I ₂ - друга інформаційна ситуація	Характеризується заданим розподілом апріорних ймовірностей з невідомими параметрами	<ul style="list-style-type: none"> – Параметричний критерій Баєса – Параметричний критерій максимізації оціночного функціоналу F – Параметричний критерій мінімуму дисперсії оціночного функціоналу F – Параметричний модальний критерій Параметричний критерій мінімуму ентропії математичного очікування F
I ₃ - третя інформаційна ситуація	Апріорний розподіл ймовірностей станів середовища задано в вигляді системи лінійних відносин порядків	<ul style="list-style-type: none"> – Метод точкових оцінок Фішберна – Метод «баєфікації» апріорних оцінок на відношеннях порядку
I ₄ - четверта інформаційна ситуація	Розподіл ймовірностей станів середовища задано в вигляді системи лінійних відношень порядків	<ul style="list-style-type: none"> – Критерій максимальної міри баєсових множин – Критерій максимуму інтегрального баєсового значення функціоналу F – Критерій Бернуллі-Дапласа – Критерій Хоменюка – Принцип максимуму Гіббса-Джеймса – Принципи максимуму функції неточності
I ₅ – п'ята інформаційна ситуація	Описується з припущень антагонічної поведінки зовнішнього середовища С	<ul style="list-style-type: none"> – Максимінний критерій Вальда – Критерій мінімаксного ризику Севіджа – Принцип максимуму Гіббса-Джеймса
I ₆ - шоста інформаційна ситуація	Характеризується «проміжними» між I ₁ та I ₆ випадками вибору середовищем своєї поведінки	<ul style="list-style-type: none"> – Критерій Гурвіца – Критерій Ходжеса-Лемана – Принцип «баєфікації» мінімаксного критерія
I ₇ - сьома інформаційна ситуація	Характеризується нечіткою множиною станів зовнішнього середовища С	<ul style="list-style-type: none"> – Метод переходу до моделі нечіткої поведінки зовнішнього середовища стосовно формальним інформаційним ситуацій

Аналіз різних інформаційних ситуацій і невизначеностей, характерних для завдання вибору ІТ-сервісів, описаних вище, дозволяє говорити про те, що в загальному випадку жодна інформаційна ситуація, крім сомої не може бути застосована для опису ситуації вибору ІТ-сервісів в рамках сервісно-орієнтованої архітектури. Дійсно, інформаційні ситуації I_1 , I_2 , I_3 , в яких розглядаються апріорні оцінки ймовірностей розподілу різних станів зовнішнього середовища (або, що те ж саме, різних значень критеріальних оцінок альтернатив), в даному випадку не застосовуються через те, що для імовірнісних оцінок необхідні статистичні дані, які не завжди є в наявності у ОПР і експертів. Припущення про те, що зовнішнє середовище поводить ся антагоністичним чином, може бути застосовано в теорії ігор для моделювання дій розумного суперника, чинного на протипагу інтересам ОПР, що не відповідає ситуації, що розглядається. Отже, інформаційні ситуації I_5 , I_6 також не підходять для опису вибору ІТ-сервісів.

Порівнюючи четверту і сьому інформаційні ситуації слід відзначити той факт, що в задачі вибору ІТ-сервісів для всіх альтернатив і для кожного критерію можна отримати в тому чи іншому вигляді оцінку з різним ступенем невизначеності. У різних ситуаціях дана оцінка може мати різну ступінь неточності в залежності від факторів, що викликають дану невизначеність в оцінці. Подібного роду невизначеності відповідають сьомій інформаційній ситуації і можуть бути описані за допомогою інтервалів можливих значень або теорії нечітких множин. Слід зазначити також, що четверта інформаційна ситуація характеризується рівноймовірним розподілом можливих значень критеріальних оцінок альтернатив, що не відповідає припущенням про характер невизначеності в поставленому завданні.

На підставі вищенаведених міркувань був зроблений висновок про те, що невизначеність, характерна для оцінки та вибору ІТ-сервісів в умовах СОА, найбільше відповідає сьомій інформаційній ситуації і може бути врахована за допомогою застосування теорії нечітких множин.

Наведемо основні елементи з теорії нечітких множин, які нам будуть потрібні згодом для моделювання вибору ІТ-сервісів в умовах невизначеності.

Нечітка множина A задається функцією приналежності $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$. Значення $\mu_A(x)$ є числом, яке лежить між 0 і 1, та показує ступінь приналежності елемента x до нечіткої множини A , а сама нечітка множина A записується у вигляді:

$$A = \{x, \mu_A(x)\}_{x \in X} \quad (2.2)$$

Рівність $\mu_A(x) = 1$ означає, x точно належить множині A ; рівність $\mu_A(x) = 0$ означає, що x точно не належить множині A .

Так для звичайної множини Y з X функція приналежності має вигляд $\mu_Y(x) = \begin{cases} 0, & x \in Y \\ 1, & x \notin Y \end{cases}$. Нечіткі множини відрізняються від звичайних тим, що допускають проміжні значення функції приналежності.

Змістовна інтерпретація нечітких чисел полягає в наступному. Нехай A - нечітке число і μ_A - її функція приналежності. Тоді значення $\mu_A(x)$ - показує правдоподібність того, що дійсне значення величини x рівне A .

Для практичних обчислень зручно працювати з трапецієподібними числами, які записуються у вигляді $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$. Функція приналежності для трапецієподібного числа записується у вигляді:

$$\mu_Y(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \end{cases} \quad (2.3)$$

де $a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4$.

У разі $a_2 = a_3$ виходить трикутне число. Графіки функцій приналежності трапецієподібного і трикутного чисел наведені на рис. 2.1

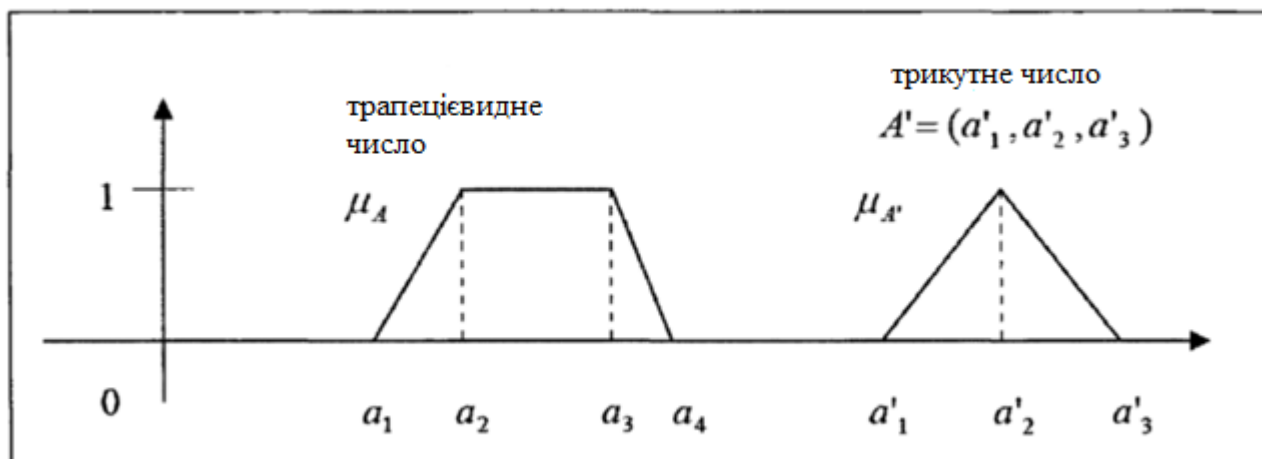


Рисунок 2.1 - Графіки функцій приналежності трапецієподібного і трикутного нечітких чисел

Операції сложения и вычитания трапециевидных нечетких чисел $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ і $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4\}$ визначаються за такими правилами:

$$A + B = \{a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4\}, \quad (2.4)$$

$$A - B = \{a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3, a_4 - b_4\} \quad (2.5)$$

Трапецієподібні числа дуже добре підходять для оцінки як кількісних, так і якісних характеристик в процесі вибору. В умовах вибору ІТ-сервісів якісними характеристиками можуть бути зручність роботи, зрозумілість, відповідність стандартам і ін. Кількісними показниками можуть бути продуктивність, відмовостійкість, коефіцієнти використання обчислювальних ресурсів і т.д. Крім цього оцінка витрат також може бути представлена за допомогою нечітких чисел.

Застосування нечітких моделей робить процедуру оцінки якісних характеристик більш гнучкою і відповідною мисленню ОПР та експертів. Для цього використовують

лінгвістичну інтерпретацію нечітких чисел у вигляді шкали. Кожному значенню L_j з шкали відповідає нечітке трапецієвидне число, яке вважається нечіткою оцінкою показника. Наприклад, для п'ятибальної шкали з оцінками якості: «Дуже низька», «Низька», «Допустима», «Висока», «Дуже висока» нечіткі трапецієподібні числа можуть бути представлені у відповідність з таблицею 2.2:

Таблиця 2.2 - Нечіткі значення лінгвістичної шкали

Значення лінгвістичної змінної L	Оцінка
Дуже низька	$\mu_{ДН} = \{0,0,0.1,0.3\}$
Низька	$\mu_{Н} = \{0.1,0.3,0.3,0.5\}$
Допустима	$\mu_{Д} = \{0.3,0.5,0.5,0.7\}$
Висока	$\mu_{В} = \{0.5,0.7,0.7,0.9\}$
Дуже висока	$\mu_{ДВ} = \{0.7,0.9,1,1\}$

На рис. 2.2 представлені функції приналежності даних нечітких чисел.

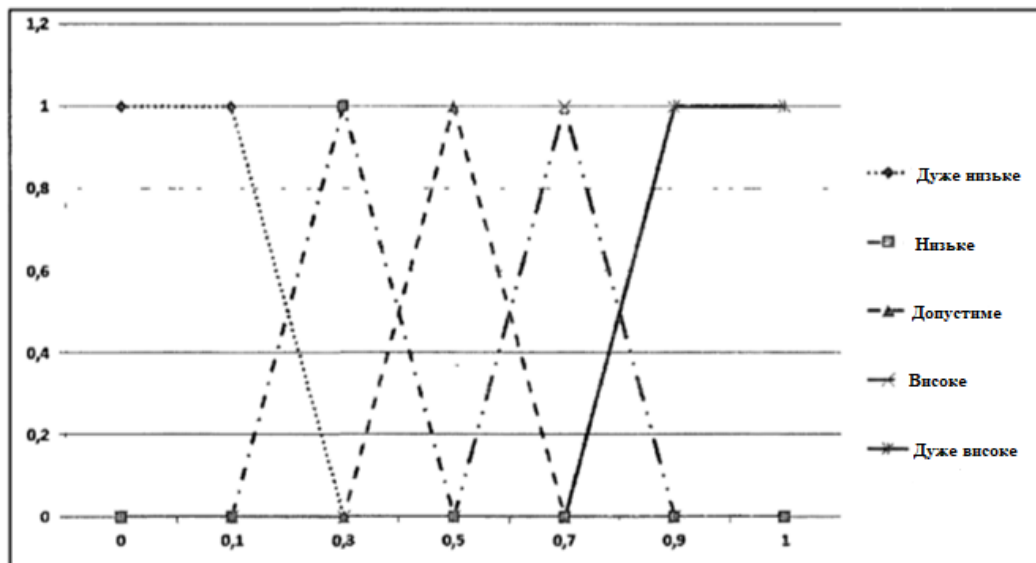


Рисунок 2.2 - Функції приналежності п'ятибальної лінгвістичної нечіткої шкали

Як видно з малюнка, нечіткі числа «зачеплені» один за одного. Це відображає той факт, що немає різкого поділу між сусідніми оцінками, і перехід від однієї бальної оцінки до іншої відбувається поступово. В результаті оцінки якісної характеристики за допомогою бальної шкали експерти можуть отримати його нечітку кількісну інтерпретацію.

Аналіз робіт, присвячених застосуванню нечітких множин для вибору в умовах невизначеності, дозволяє сформулювати наступні переваги застосування нечітких моделей, що описують вибір в умовах невизначеності:

- застосування нечітких множин дозволяє враховувати нечітко сформульовані вимоги до обслуговування бізнес-процесів, які часто з'являються на етапі оцінки альтернатив при виборі ІС;
- для особи приймає рішення на стратегічному рівні нечіткий лінгвістичний підхід до оцінки інтегральної якості розглянутих альтернатив, коли оцінка проводиться термінами «низька якість», «допустима якість» і «висока якість», відповідні нечітким оцінками, є загальноприйнятим і зрозумілішим для всіх учасників, задіяних в ухваленні рішення;
- використання нечітких множин дає можливість ОПР і експертам проводити гнучку оцінку кількісних характеристик в умовах невизначеності і враховувати похибки або неточності в процесі оцінки;
- нечіткі множини дають можливість звести якісні експертні оцінки до кількісних (правда, нечітких). Таким чином, у ОПР і експертів з'являється можливість одночасного обліку кількісних і якісних оцінок в задачі вибору способу прийняття рішення;

Для оцінки кількісних характеристик якості інформаційних систем в роботі запропонована нечітка лінгвістична модель. Якість досліджуваного параметра, з точки зору користувача бізнес-системи, пропонується описувати у вигляді нечіткого трапецієподібного числа, що описує мінімальне, максимальне і найбільш ймовірний

інтервал значень параметра: $M = \{m_{min}, m_{mid1}, m_{mid2}, m_{max}\}$. Рівні якості задаються лінгвістичними змінними аналогічно оцінці якісних характеристик по трьох- або п'ятибальній шкалі. Для інтерпретації оцінки характеристики нечітким числом M необхідно визначити приналежність цього числа лінгвістичній змінній L , тобто зіставити цьому числу оцінку за обраною шкалою. Для цього необхідно обчислити відстань між нечіткою оцінкою характеристики M і кожним з нечітких чисел показника якості, відповідних балам за лінгвістичною шкалою за наступною формулою відстані між нечіткими трапецієподібними числами:

$$\rho(A, B) = \max\{|a_{min} - b_{min}|, |a_{mid1} - b_{mid1}|, |a_{mid2} - b_{mid2}|, |a_{max} - b_{max}|\} \quad (2.6)$$

Нечіткої оцінки кількісної характеристики M з трапецієподібною функцією приналежності μ_M ставиться у відповідність лінгвістичне значення L_M за шкалою з мінімальною близькістю до цього нечіткого числа:

$$L_M = \underset{L_i}{\text{Arg min}}\{\rho(M, L_i)\}, i = 1, 2, \dots, 5 \quad (2.7)$$

В результаті непевному числу M може бути поставлено у відповідність лінгвістичне значення, яке може бути зрозумілим чином інтерпретоване ОПР і експертами. Оцінка якісних характеристик за допомогою лінгвістичного подання нечітких чисел проводиться природним чином і описана вище.

Комбінуючи два описаних вище підходу, можна одночасно враховувати якісні та кількісні характеристики якості ІС.

В результаті постановка задачі вибору ІТ-сервісів в умовах СОА підходу з урахуванням застосування теорії нечітких множин може бути сформульована таким чином.

На підставі нечітких вимог до обслуговування бізнес-процесів X і нечіткої інформації про характеристики ІТ-сервісів Y необхідно:

- а) розробити нечітку модель оцінки якості та вартості ІТ-сервісів;
- б) розробити алгоритм формування набору ІТ-сервісів на підставі нечітких оцінок, який повинен:
 - 1) задовольняти нечітким вимогам до якості обслуговування бізнес-процесів X ;
 - 2) доставляти оптимальне значення нечіткої оцінки вартості ІТ-сервісів, що входять в цей набір.

Таким чином, для моделювання вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованого підходу до побудови архітектури підприємства обґрунтовано застосування теорії нечітких множин. Даний підхід дозволяє враховувати ситуацію невизначеності оцінок і постановки цілей, яка характерна для вибору ІТ-сервісів в умовах СОА. Крім цього застосування нечітких моделей дає можливість одночасної оцінки якісних і кількісних критеріїв, а також лінгвістичного подання оцінок, яке зручно для прийняття рішень ОПР на стратегічному рівні.

2.2 Розробка моделей для оцінки якості і сукупних витрат для ІТ-сервісів

В розробці моделі для оцінки та порівняння ІТ-сервісів необхідно враховувати якість обслуговування бізнес-процесів і вартість їх реалізації за рахунок ІТ-сервісів. Крім цього в попередньому параграфі був обґрунтований вибір теорії нечітких множин для обліку невизначеності, яка виникає на етапі оцінки як характеристик, що входять до складу споживчої якості альтернатив, так і їх вартості. В результаті отримуємо, що модель, що розробляється повинна складатися з двох основних елементів:

- нечітка модель оцінки якості ІТ-сервісів в умовах СОА.
- нечітка модель оцінки сукупних вартісних витрат ІТ-сервісів в умовах СОА.

2.2.1 Нечітка модель оцінки якості ІТ-сервісів в умовах СОА

Як вже зазначалося раніше в результаті аналізу потреб під час розробки ІТ-стратегії виявляються ключові бізнес-процеси, що підлягають автоматизації. На підставі даного аналізу визначаються основні бізнес-функції, які повинні входити до складу функціональності ІТ-сервісів, що поставляються. Однак крім відповіді на питання, які бізнес-завдання повинні вирішуватися за допомогою ІТ-сервісів і систем, необхідно знати відповідь на питання, як будуть вирішуватися і виконуватися ці бізнес-завдання. Те наскільки добре ІС відповідає вимогам бізнесу, характеризується споживчою якістю ІС.

Стосовно до ІТ-сервісів, як складових елементів інформаційних систем під споживчою якістю домовимося розуміти повноту властивостей і характеристик, які забезпечують здатність задовольняти заявленим або імовірним потребам. У той же час необхідно враховувати той факт, що інформаційні системи відносяться до класу складних систем і при оцінці споживчої якості необхідно враховувати різні фактори: якість інформаційно-технологічної інфраструктури, в рамках якої буде функціонувати ІС, якість програмного і апаратного забезпечення, якість даних і інформації, якість адміністративного управління і підтримки.

Оцінка споживчої якості інформаційної системи базується на певній моделі якості. Аналіз джерел з даної тематики показав, що серед існуючих моделей якості інформаційних систем і програмного забезпечення (якість по Макколей, якість по Боему, стандарт ДСТУ ISO / ІЕС 9126-93, стандарт ІЕЕЕ 1061 і ін.) Найбільш точна і всебічна оцінка споживчої якості ІС представлена в моделі за міжнародним стандартом ДСТУ ISO / ІЕС 9126-93.

В відповідність зі стандартом ДСТУ ISO / ІЕС 9126-93 в моделі якості використовуються наступні чинники якості:

а) функціональність - придатність до певної роботи, точність, правильність, здатність до взаємодії, відповідність стандартам, захищеність;

- б) надійність - завершеність, стійкість до відмов, здатність до відновлення працездатності при відмовах, відповідність стандартам надійності;
- в) зручність використання або практичність - зрозумілість, зручність навчання, працездатність, привабливість;
- г) ефективність - тимчасові характеристики, використання ресурсів, відповідність стандартам ефективності;
- д) супроводження - моніторинг, змінність, зручність внесення змін, ризик виникнення несподіваних ефектів при внесенні змін, контрольованість, зручність перевірки;
- е) портування, мобільність - адаптованість, зручність установки, здатність до співіснування з іншими ІС, зручність заміни інших ІС данною.

Кожна з характеристик визначається декількома атрибутами якості, які визначаються факторами і субфакторами (при необхідності деталізації), які оцінюються метриками. Дана модель цілісно і комплексно описує інтегральну якість програмного продукту.

Проте, слід зазначити, що у даної моделі є ряд серйозних недоліків. По-перше, модель передбачає точну оцінку і вимір характеристик в рамках вимог якості і не допускає наявності невизначеності в оцінках, що ускладнює її застосування для поставленого в роботі завдання. По-друге, в моделі існує неясність в спільному використанні кількісних і якісних характеристик програмного забезпечення, які оцінюються в рамках вимог якості. По-третє, в моделі не опрацьовані питання агрегації значень характеристик на основі значень атрибутів для випадку, коли кожен із чинників моделі визначається критеріями і підкритеріям (дана ситуація є типовою для оцінки інформаційних систем і ІТ-сервісів через їх складність і необхідність різнобічної оцінки).

У той же час з точки зору інтегральної оцінки якості інформаційних систем модель факторів (критеріїв) за стандартом якості ДСТУ ISO / ІЕС 9126-93 є повною, тобто:

- враховані всі атрибути, що описують параметри якості інформаційної системи;
- серед складових характеристики якості немає зайвих елементів, тобто видалення будь-якого атрибуту або характеристики, спотворить загальну картину якості;
- всі складові якості відповідають цілям впровадження ІС, а значить і стратегічним цілям компанії.

Отже, структура моделі якості за стандартом ДСТУ ISO / ІЕС 9126-93 може бути взята за основу для системи критеріїв оцінки інтегральної якості ІТ-сервісів.

Наведемо отриману ієрархічну структуру критеріїв якості. На вершині ієрархії розташований інтегральний критерій якості, на другому рівні розташовуються шість чинників, у відповідності зі стандартом ДСТУ ISO / ІЕС 9126-93: функціональність, надійність, зручність використання, ефективність, підтримуваність, портування і мобільність. На кожному з наступних нижчих рівнях знаходяться критерії і підкритерії, більш детально визначають кожен з шести чинників якості. На самому нижньому рівні цієї структури критеріїв знаходяться метрики, за якими вимірюються підкритерії самого нижнього рівня.

В результаті для оцінки інтегральної якості інформаційної системи отримана ієрархічна структура критеріїв, представлена на рис. 2.3.

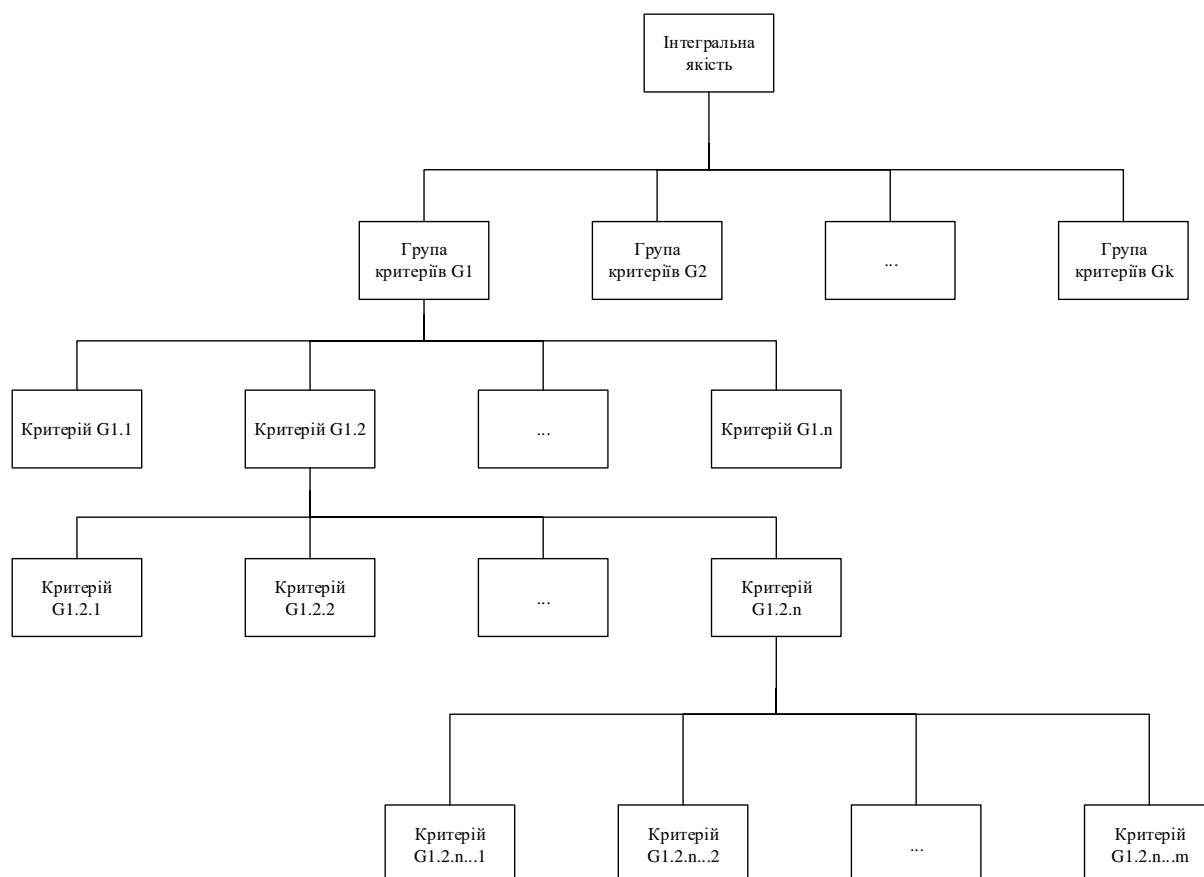


Рисунок 2.3 - Дерево критеріїв оцінки інтегральної якості інформаційної системи

Структура і склад критеріїв і підкритеріїв, що визначають інтегральну споживчу якість альтернатив, формуються потребами бізнес-задач, і визначаються експертами і ОПР на стадії підготовки до оцінки альтернатив.

При побудові структури критеріїв та підкритеріїв для кожного атрибута якості необхідно, керуватися наступними правилами:

- кожен з підлеглих критеріїв повинен відповідати певній характеристиці вищого критерію;
- множина підлеглих критеріїв має описувати всі характеристики вищого критерію;
- підлеглі критерії на одному рівні повинні бути незалежними;

- на множині підлеглих критеріїв кожен критерій повинен бути порівняний з іншим за значимістю.

Виконання цих правил і відповідність з початковою структурою підлеглих критеріїв першого рівня забезпечить повноту моделі якості, що розробляється.

На кожному рівні критерії якості являють собою деяку оцінку певної характеристики розглянутих альтернатив. У той же час ієрархічна структура критеріїв, складена у відповідність з вищенаведеними правилами декомпозиції критеріїв, може бути інтерпретована як ієрархія цілей. Отже, для розрахунку критеріїв вищого рівня (аж до інтегрального критерію) на підставі значень підлеглих критеріїв можна використовувати метод аналізу ієрархій, запропонований Т. Сааті.

Схема методу аналізу ієрархій полягає в наступному. Нехай на якомусь рівні оцінка критерію розбивається на n підлеглих критеріїв.

Для розрахунку оцінки за цим критерієм необхідно визначити відносні ваги підлеглих критеріїв. Для цього для кожної пари підлеглих критеріїв i та j експертами задається число a_{ij} , яке показує, наскільки j -ий критерій важливіший i -го. В результаті обчислення попарної відносної важливості, проведеного серед n критеріїв, складається матриця попарних порівнянь:

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & \dots & a_{n1} \\ a_{12} & \dots & \dots & a_{n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1n} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Передбачається, що в ідеальній ситуації виконується рівність $a_{ij} = \frac{p_i}{p_j}$, де p_i та p_j - ваги критеріїв i і j відповідно.

В роботі Сааті показано, що в такій ситуації ваговий вектор $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)^T$ обчислюється як власний вектор матриці \bar{A} , що відповідає максимальному власному значенню λ_{max} даної матриці. Координати вагового вектора p

і будуть вагами порівнюваних критеріїв у відповідність з індексами, присвоєними підлеглим критеріям в процесі попарного порівняння. Якщо при цьому оцінки альтернатив по підлеглим критеріям рівні g_1, g_2, \dots, g_n , відповідно, тоді розрахунок оцінки головного критерію g може бути похідний за формулою:

$$g^j = \sum_{i=1}^{l_j} g_i^j p_i^j \quad (2.9)$$

Слід зазначити, що з огляду на те, що розробляема модель передбачає нечітку оцінку критеріїв якості, при розрахунку значення головного критерію на підставі нечітких оцінок підлеглих критеріїв слід використовувати OWA-оператор Ягера. Якщо для кожного підлеглого критерію відомі нечіткі оцінки $(\mu_1(x), \mu_2(x), \dots, \mu_n(x))$ і вагові коефіцієнти (p_1, p_2, \dots, p_n) , тоді значення головного критерію буде розраховуватися за формулою :

$$\mu(x) = \sum_{i=1}^n \mu_i(x) p_i \quad (2.10)$$

У разі, коли крім чисельної нечіткої оцінки значення критерію необхідно інтерпретувати за лінгвістичною шкалою, слід скористатися формулою (2.6).

Таким чином, розроблена ієрархічна нечітка модель інтегрального якості ІТ-сервісів може бути представлена у вигляді кортежу:

$$ISQ = \langle G, L, S, P, A \rangle \quad (2.11)$$

де G - граф критеріїв (рис. 2.3) з вершинами g_i ($i = 0, 1, \dots, N_D$), кожній з яких поставлено у відповідність деяка множина лінгвістичних значень $x_j^i \in L_j$, що визначають оцінку альтернатив по i -му критерію;

$L = \{L_j, (j = 0, 1, \dots, N_D)\}$ - множина шкал лінгвістичних оцінок для кожного критерію (таблиця 2.2);

$S = \{S_j^i, ((j = 0, 1, \dots, N_D), (i = 0, 1, \dots, M))\}$ - словник (2.6), що переводить нечіткі оцінки альтернатив, описувані трапецієподібними функціями належності, в значення шкал лінгвістичних змінних і назад;

P - система вагових переваг між критеріями на кожному рівні ієрархії критеріїв, яка визначається за методом аналізу ієрархій;

A - система агрегуючих операторів (2.10), яка визначена для не кінцевих вершин ієрархії критеріїв (графа G), і дозволяє обчислювати значення для не кінцевих вершин на основі значення підлеглих критеріїв.

2.2.2 Додаткова невизначеність в моделі інтегральної якості

Аналіз розробленої моделі, виявив один істотний недолік моделі. Незважаючи на те, що в моделі застосовується математичний апарат теорії нечітких множин, завдяки використанню якого враховуються неточність у формулюванні вимог, похибки при оцінці і невизначеність в лінгвістичній інтерпретації якісних і кількісних характеристик, розроблена модель поки не враховує ще один вид невизначеності, яка була вказана в першому розділі.

Розроблена нечітка модель інтегральної якості не враховує той факт, що експерти можуть бути не впевнені в тому, яке з лінгвістичних значень можуть приймати окремі критерії. Будемо називати такі критерії факторами впевненості.

Значення критеріїв можуть залежати також від зовнішніх умов, в яких буде відбуватися впровадження і застосування ІТ-сервісів, а ці умови можуть змінюватися чи не бути відомі на етапі оцінки. Сукупність таких умов, що впливають на значення

характеристик інтегральної якості альтернатив, може інтерпретуватися як стан зовнішнього середовища. Ці стани породжують додаткову невизначеність, тому що заздалегідь невідомо, в якому стані буде перебувати система. Даний вид невизначеності, що полягає в наявності кількох різних значень оцінки одного і того ж критерію якості в залежності від станів середовища, призводить до необхідності вирішення додаткового завдання в умовах невизначеності.

Сформулюємо цю проблемну ситуацію у вигляді такої математичної моделі:

- а) Існують альтернативні ІТ-сервіси $z_k, k = 1, 2, \dots, s$, які утворюють множину рішень;
- б) Якість альтернатив описується деревом критеріїв G , серед елементів якого є як детерміновані, так і фактори впевненості;
- в) Для кожного з факторів впевненості g^j існує множина станів середовища S $s_i^j \in S^j, i = 1, 2, \dots, m_r$, при цьому ОПР точно невідомо, в якому конкретному стані знаходиться або буде знаходитися зовнішнє середовище;
- г) На множині рішень $Z = \{z_k\}, k = 1, 2, \dots, s$ і станів середовища S^j , фактор впевненості g^j описується своєю функцією корисності

$$U^j = \|u^j(z_k, s_i^j)\|, z_k \in Z, s_i^j \in S^j \quad (2.12)$$

Введена функція корисності U^j використовується для оцінки фактора впевненості g^j .

Формально в моделі прийняття рішень функцію корисності $U^j = \|u^j(z_k, s_i^j)\|$ зручно представити у вигляді матриці (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 - Матриця різних значень функції корисності для різних станів зовнішнього середовища

Варіанти рішень	Варіанти станів середовища			
	s_1	s_2	...	s_m
z_1	$u^j(z_1, s_1^j)$	$u^j(z_1, s_2^j)$...	$u^j(z_1, s_m^j)$
z_2	$u^j(z_2, s_1^j)$	$u^j(z_2, s_2^j)$...	$u^j(z_2, s_m^j)$
...
z_s	$u^j(z_s, s_1^j)$	$u^j(z_s, s_2^j)$...	$u^j(z_s, s_m^j)$

Найважливішою особливістю даної задачі є те, що при наявності факторів впевненості, наприклад g^j , кожній альтернативі Z_k відповідає кілька точок у підпросторі критеріїв $G_i = \{g'_1, g'_2, \dots, g'_j, \dots, g'_{m_r}\} = \{g'_1, g'_2, \dots, u^j(z_k, s_i^j), \dots, g'_{m_r}\}$ при різних $s_i^j \in S^j$. Іншими словами вибір будь-якої альтернативи не призводить до однозначного результату. Для кожного фактора впевненості g_i^j невідомо, яке буде значення інтегральної якості альтернативи, тому що її величина буде залежить від того в якому стані $s_i^j \in S^j$ знаходиться зовнішнє середовище.

Звідси випливає необхідність вирішення задачі знаходження інтегральної якості альтернатив при наявності факторів впевненості.

Необхідно відзначити, що в процесі оцінки альтернатив провести додаткові дослідження і визначити точну лінгвістичну оцінку факторів впевненості не завжди представляється можливим. Однак експерти можуть зробити припущення про поведінку і стан зовнішнього середовища, визначивши таким чином, яка інформаційна ситуація найбільш відповідає даним випадкам. Різні інформаційні ситуації в процесі вибору в умовах невизначеності були описані в попередньому параграфі.

Іншими словами для кожного з можливих станів середовища $S = \{s_i\}, i = 1, 2, \dots, m$, можна говорити про апріорну оцінку ймовірності p_i - того, що зовнішнє середовище буде перебувати в цьому стані. При цьому очевидно, що стани $s_i \in S$ є

взаємовиключними, тому апіорні оцінки ймовірностей для цих станів будуть задовольняти умові:

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1 \quad (2.13)$$

Зробивши припущення щодо апіорних значень ймовірностей станів зовнішнього середовища, можна вирішувати завдання про оцінку альтернативи по фактору впевненості. Навіть якщо експерти не можуть знати закон розподілу ймовірностей значень факторів впевненості, вони можуть зробити оцінку цих ймовірностей, на лінгвістичному рівні припустивши, яка величина критерію буде більш-менш імовірною по відношенню до інших.

З математичної точки зору це припущення описується бінарними відносинами порядків. При цьому бінарне відношення переваги в запису $s_i > s_j$, відповідає наступній нерівності відповідних апіорних ймовірностей $p_i \geq p_j$. Кожний з цих записів означає той факт, що, на думку експертів, i -ий стан середовища більш бажаний в порівнянні j -им, або, що еквівалентно, ймовірність знаходження середовища в стані s_i вище ніж ймовірність знаходження середовища в стані s_j . В результаті можна побудувати відношення порядків на елементах $\{p_i\}$. Говорячи про просте лінійне відношення порядків на компонентах вектора $p = \{p_i\}, i = 1, 2, \dots, m$, розподілу ймовірностей станів середовища мають на увазі упорядкування всіх його компонент в ланцюжок нерівностей:

$$p_{k_1} \geq p_{k_2} \geq p_{k_3} \geq \dots \geq p_{k_n} \geq 0, \sum_{k_i} p_{k_i} = 1 \quad (2.14)$$

Без втрати спільності після перегрупування і перерозподілу індексу можна покласти:

$$p_1 \geq p_2 \geq p_3 \geq \dots \geq p_n \geq 0, \sum_i p_i = 1 \quad (2.15)$$

В якомусь конкретному випадку ОПР, вдавшись, наприклад, до допомоги експертів, може припустити закон розподілу ймовірностей для станів зовнішнього середовища, проте в загальному випадку цього зробити не можна.

У разі, коли ОПР не може знати закону розподілу p_i (ймовірностей станів зовнішнього середовища s_i , перехід до шостої інформаційної ситуації, що припускає активну протидію зовнішнього середовища, і застосування мінімаксного критерію буде говорити про песимістичну оцінку ситуації експертами та ОПР. По відношенню до інших інформаційних ситуацій байесовий тип рішення дозволяє ОПР вводити і враховувати при прийнятті рішень будь-яку наявну у нього інформацію про поведінку середовища.

Суть підходу, пов'язаного з байесіфікацією невизначеності в завданні вибору, полягає в наступному:

- для кожного ймовірного критерію $g_j, j = 1, 2, \dots, n$, визначаються різноманітні стани середовища $s_i, i = 1, 2, \dots, m_j$;
- для кожної альтернативи $z_k, k = 1, 2, \dots, s$ і для кожного стану s_i визначаються значення \widehat{g}_j^{ik} , які приймає критерій g_j в кожному з цих станів;
- для кожного з станів $s_i, i = 1, 2, \dots, m_j$, робиться припущення про апріорні значення ймовірностей \widehat{p}_j^{ik} того, що зовнішнє середовище буде знаходитися в цьому стані;
- будується параметризований узагальнений критерій:

$$g_j^{gen} = func \left(B_j^k \left(p_j^i, \widehat{g}_j^{ik} \right), \widehat{g}_j^{ik}, \bar{\alpha} \right) \quad (2.16)$$

де $B_j^k \left(p_j^i, \widehat{g}_j^{ik} \right) = \sum_{i=1}^{m_i} p_j^i \widehat{g}_j^{ik}$ - критерій Байеса для першої інформаційної ситуації;

$\bar{\alpha}$ - вектор параметрів, що визначають рівень інформованості ОПР про поведінку зовнішнього середовища і ймовірних значень критерію g_j в кожному випадку;

$func(x, y, \bar{\alpha})$ - функціонал, який є суперпозицією перших двох змінних з векторним параметром;

– робиться перехід до детермінованої багатокритеріальної задачі, в якій для кожної альтернативи $z_k, k = 1, 2, \dots, s$, кожному ймовірному критерію $g_j, j = 1, 2, \dots, n$, присвоюється значення g_j^{gen} .

Після цього вирішується завдання прийняття багатокритеріального рішення в детермінованої ситуації.

Застосуємо даний підхід для вирішення нашої задачі.

У разі, коли нічого крім (2.14) про можливості станів зовнішнього середовища невідомо для отримання точкових апіорних оцінок ймовірностей станів зовнішнього середовища скористаємося методом побудови вагових коефіцієнтів Фішберна з теорії корисності. Даний підхід ґрунтується на принципі максимуму ентропії наявної інформації та застосовується, коли про елементи системи невідомо нічого більш окрім упорядкованих відносин переваги одних елементів іншими.

Відповідно до даного підходу системі спадної переваги n альтернатив відповідає система n вагових коефіцієнтів, що знижується за правилом арифметичної прогресії. При строгому значенні нерівностей в (2.15) точкові апіорні оцінки ймовірностей можуть бути розраховані за формулою:

$$\hat{p}_i = \frac{2(n - i + 1)}{n(n + 1)} \quad (2.17)$$

В даному випадку коефіцієнти Фішберна є раціональними дробами, в знаменнику яких стоїть сума перших n членів арифметичної прогресії з кроком 1, а в чисельнику спадають на 1 елементи натурального ряду, що починаються з n .

В системі байдужих переваг, коли, на думку експертів, кожна з альтернатив рівноймовірні, точкові апріорні оцінки ймовірностей розраховуються за формулою:

$$\hat{p}_i = \frac{1}{n} \quad (2.18)$$

Наукове підґрунтя коефіцієнтів Фішберна, отриманих в теорії корисності, полягає в наступному. Перевага по Фішберн полягає в зменшенні на 1 чисельника дробу вагового коефіцієнта для менш імовірної альтернативи; в разі рівно можливих альтернатив, коефіцієнти Фішберна є рівними.

Розглянемо тепер змішану систему переваг, коли поряд з відносинами переваги в системі присутні відносини байдужості між альтернативами. Ставлення байдужості між двома станами середовища записується в такий спосіб $s_j \approx s_i$, при цьому відповідні їм апріорні ймовірності співвідносяться наступним чином $p_j \cong p_i$, тобто експерти не можуть дати відповідь, яке з станів більш імовірно. Беручи до уваги все вищесказане, точкові апріорні оцінки ймовірностей альтернатив будуть являти собою раціональні дроби, чисельники r_i , яких розраховуються відповідно до наступного рекурентного співвідношенню:

$$r_{i-1} = \begin{cases} r_i, & \text{якщо } s_{i-1} \approx s_i \\ r_i + 1, & \text{якщо } s_{i-1} < s_i \end{cases}, r_n = 1, i = n, (n-1), \dots, 2 \quad (2.19)$$

У знаменнику кожного дробу повинна стояти сума всіх чисельників:

$$D = \sum_{i=1}^n r_i \quad (2.20)$$

Точкові оцінки апіорних ймовірностей будуть визначатися в такий спосіб:

$$\hat{p}_i = \frac{r_i}{D} \quad (2.21)$$

Застосовуючи даний підхід для розрахунку апіорних ймовірностей значення фактора впевненості при оцінці якості ІТ-сервісу, вважаємо в формулах (2.17) - (2.21) $n = 5$. Відзначимо, що загальна кількість комбінацій для розподілу відносин переваги та байдужості для системи з 5 альтернативних взаємовиключних станів дорівнює $2^{n-1} = 2^4 = 16$. Розглянемо всі 16 комбінацій і розрахуємо різні розподіли коефіцієнтів ймовірностей. У таблиці 2.4 представлені дроби Фішберна для оцінки апіорних ймовірностей для системи з 5 можливих значень критерію.

Таблиця 2.4 - Апіорні оцінки ймовірностей для змішаної системи переваги з 5 елементів на основі коефіцієнтів Фішберна

Ф	\hat{p}_1	\hat{p}_2	\hat{p}_3	\hat{p}_4	\hat{p}_5
$s_1 \approx s_2 \approx s_3 \approx s_4 \approx s_5$	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5
$s_1 \succ s_2 \approx s_3 \approx s_4 \approx s_5$	2/6	1/6	1/6	1/6	1/6
$s_1 \approx s_2 \succ s_3 \approx s_4 \approx s_5$	2/7	2/7	1/7	1/7	1/7
$s_1 \approx s_2 \approx s_3 \succ s_4 \approx s_5$	2/8	2/8	2/8	1/8	1/8
$s_1 \approx s_2 \approx s_3 \approx s_4 \succ s_5$	2/9	2/9	2/9	2/9	1/9
$s_1 \succ s_2 \succ s_3 \approx s_4 \approx s_5$	3/8	2/8	1/8	1/8	1/8
$s_1 \succ s_2 \approx s_3 \succ s_4 \approx s_5$	3/9	2/9	2/9	1/9	1/9
$s_1 \succ s_2 \approx s_3 \approx s_4 \succ s_5$	3/10	2/10	2/10	2/10	1/10

Продовження таблиці 2.4

Φ	\hat{p}_1	\hat{p}_2	\hat{p}_3	\hat{p}_4	\hat{p}_5
$s_1 \succ s_2 \succ s_3 \succ s_4 \approx s_5$	4/11	3/11	2/11	1/11	1/11
$s_1 \succ s_2 \succ s_3 \approx s_4 \succ s_5$	4/12	3/12	2/12	2/12	1/12
$s_1 \approx s_2 \succ s_3 \succ s_4 \approx s_5$	3/10	3/10	2/10	1/10	1/10
$s_1 \approx s_2 \succ s_3 \approx s_4 \succ s_5$	3/11	3/11	2/11	2/11	1/11
$s_1 \approx s_2 \approx s_3 \succ s_4 \succ s_5$	3/12	3/12	3/12	2/12	1/12
$s_1 \succ s_2 \approx s_3 \succ s_4 \succ s_5$	4/13	3/13	3/13	2/13	1/13
$s_1 \approx s_2 \succ s_3 \succ s_4 \succ s_5$	4/14	4/14	3/14	2/14	1/14
$s_1 \succ s_2 \succ s_3 \succ s_4 \succ s_5$	5/15	4/15	3/15	2/15	1/15

Отримавши точкові оцінки ймовірностей значень критерію, побудуємо узагальнене значення даного критерію, застосувавши принцип «байесіфікації». В умовах, коли на підставі припущення експертів про відносини порядків на компонентах вектора $p = \{p_i\}$ (2.15) ми перейшли до точкових оцінок ймовірностей кожного із значень імовірнісного критерію g_j можна трактувати як першу інформаційну ситуацію. В такому випадку вид функціоналу для розрахунку узагальненого значення імовірнісного критерію матиме вигляд:

$$g_j^{gen} = B_j^k(\hat{p}_j^l, \hat{g}_j^{ik}) \quad (2.22)$$

У правій частині формули стоїть математичне очікування оціночного функціоналу, по точковим апіорним оцінками. Критерій Байеса для першої інформаційної ситуації визначає оптимальне рішення, яке доставляє максимум функції $B(p, g^j)$ на множині рішень.

Побудований критерій дозволяє перейти від невизначеної ситуації до детермінованої для кожного фактора впевненості. Для ситуації критеріїв в рамках розробленої нечіткої моделі інтегральної якості у формулі (2.22) необхідно перейти від чисельних значень критеріїв до функцій приналежності їх лінгвістичних значень і провести підсумовування по всіх можливих лінгвістичних значеннях критеріїв. Узагальнені значення критеріїв в такому випадку будуть розраховуватися у вигляді:

$$\mu(z_k)_j^{gen} = B(\hat{p}, \mu(z_k)^j) = \sum_{i=1}^5 \hat{p}_i \mu(z_k)_i^j \quad (2.23)$$

Слід зазначити, що даний спосіб розрахунку узагальненого критерію необхідно модифікувати для того, щоб додатково врахувати можливість антагоністичної поведінки зовнішнього середовища C . Дане уточнення необхідно провести для того, щоб враховувати при розгляді узагальненого критерію можливість песимістичного сценарію розвитку подій при реалізації обраного проекту.

У цьому випадку передбачається, що навколишнє середовище буде приймати стан, який мінімізує значення оціночного функціоналу. У попередньому параграфі зазначалося, що в разі антагоністичної поведінки зовнішнього середовища використовується максимінний критерій Вальда:

$$\varphi_v^{opt} \max_{\varphi_i \in \Phi} \min_{\theta_i \in \Theta} f_{ij} \quad (2.24)$$

При розрахунку узагальненого критерію також необхідно враховувати можливість песимістичного сценарію розвитку подій. Модифікуємо формулу розрахунку узагальненого значення фактора впевненості (2.23) до виду:

$$\mu(z_k)_j^{gen} = \alpha B(\hat{p}, \mu(z_k)^j) + (1 - \alpha)\mu_{min}(z_k) \quad (2.25)$$

де $B(\hat{p}, \mu(z_k)^j) = \sum_{i=1}^5 \hat{p}_i \mu(z_k)_i^j$

Таким чином, для факторів впевненості алгоритм переходу від невизначеності до детермінованої ситуації може бути здійснений в такий спосіб:

а) при оцінці інтегральної якості ІС на підставі думки експертів ОПР визначаються фактори впевненості, для яких оцінка альтернатив за цим критерієм може приймати різні лінгвістичні значення.

б) Для кожного фактора впевненості органом управління проводиться перехід до детермінованої ситуації згідно наступної послідовності дій.

в) Для кожної альтернативи органом управління упорядковуються можливі лінгвістичні значення фактора впевненості у відповідність з припущенням про те, яка величина є більш ймовірно. Дані припущення виконуються ОПР і експертами на підставі досвіду, додаткової інформації або інтуїції.

г) На підставі формули для розрахунків коефіцієнтів Фішберна для кожної альтернативи робляться точкові оцінки апріорної ймовірності для кожного з можливих значень критерію.

д) Робиться припущення про рівень песимізму-оптимізму для даного фактора впевненості. На підставі цього коефіцієнту α присвоюється відповідне значення в інтервалі $[0; 1]$.

е) На підставі формули (2.25) розраховується узагальнене значення для фактора впевненості і здійснюється перехід до детермінованої ситуації.

Виконується послідовність 3-6 для кожного ймовірного критерію.

В результаті на основі стандарту ДСТУ ISO / ІЕС 9126-93 була розроблена нечітка модель оцінки споживчої якості ІТ-сервісів. Дана модель представляється у вигляді кортежу (2.11), який описує структуру критеріїв та методику їх розрахунку на підставі методу аналізу ієрархій із застосуванням теорії нечітких множин. Застосування нечітких

множин дозволяє врахувати в моделі неточність у формулюванні вимог до бізнес-процесів і похибку в оцінках альтернатив за критеріями, а також дозволяє проводити спільну оцінку якісних і кількісних критеріїв якості. Додаткова невизначеність, пов'язана з різними можливими станами зовнішнього середовища, які можуть істотно вплинути на нечіткі оцінки в рамках даної моделі, була врахована за рахунок застосування принципу «байесіфікації» до тих критеріїв, які допускають подібний вплив на них з боку зовнішнього середовища. Для застосування даного принципу в рамках моделі був розроблений узагальнений критерій (2.25), що дозволяє врахувати можливість впливу зовнішнього середовища, на підставі апріорного припущення ОПР про можливі значення цього критерію при різних станах зовнішнього середовища.

2.2.3 Нечітка модель оцінки сукупних вартісних витрат для ІТ-сервісів

Вибираючи рішення крім якості функціональних і не функціональних характеристик ОПР керується в чималому ступені і сукупними витратами. Бюджети на розвиток ІТ практично завжди є обмеженими, також і на етапі розробки ІТ-стратегії необхідно проводити оцінку витрат, пов'язаних з впровадженням та використанням інформаційних систем і ІТ-сервісів на підприємстві.

Аналіз робіт, присвячених оцінці інформаційних систем, дозволяють стверджувати, що модель сукупної вартості володіння найбільш повно описує оцінку витрат, пов'язаних з впровадженням та використанням інформаційних систем. Сукупна вартість володіння (Total Cost of Ownership, TCO) дає уявлення про всі витрати, пов'язані з ІС за певний період часу і складається з трьох основних складових: час, гроші, ресурси. В основу загальної моделі TCO закладено поділ усіх витрат на дві основні категорії:

- прямі витрати - це витрати, необхідні для реалізації проекту та підтримки його в робочому стані;

- непрямі витрати - витрати, які понесе компанія від впливу нововведень на працездатність співробітників та ефективність процесів компанії за умови виконання проекту.

Категорія прямих витрат визначається порівняно просто. Тут важливо звернути увагу на поділ статей за ознакою їх повторюваності протягом всього періоду використання ІС на одноразові і щорічні. Одноразові витрати включають в себе всі витрати, пов'язані з проектом по впровадженню ІС на підприємстві. До категорії щорічних витрат відносяться витрати пов'язані з підтримкою, розвитком, оновленням ІС, проведеними ІТ-службою а також додатковими витратами, пов'язаними з необхідністю роботи з даної ІС.

При оцінці непрямих витрат в рамках моделі розрахунку ТСО виділяють дві основні групи джерел виникнення витрат, пов'язаних з використанням ІС. До першої групи непрямих витрат відносять витрати, пов'язані з можливими втратами при неправильній архітектурі ІС, яка може викликати затримки і простої в роботі співробітників, додаткові витрати на підтримку і модернізацію системи і навіть втрати в бізнесі. До другої групи непрямих витрат відносять витрати, викликані затримками і простоями в роботі користувачів ІС через неправильну або некоректної організації в роботі служби технічної підтримки на підприємстві.

В результаті на підставі методики розрахунку сукупної вартості володіння сумарні витрати на впровадження і використання ІС можна представити у вигляді дерева представленого на рис. 2.4.

Розрахунок сукупних вартісних витрат проводиться за певний період τ експлуатації системи (найчастіше це 3 або 5 років) за формулою:

$$TCO(\tau) = TotCost_{\text{однораз.}} + TotCost_{\text{щорічні}}(\tau) + TotCost_{\text{непрямі}}(\tau) \quad (2.26)$$

де $TotCost_{\text{однораз.}}$ - одноразові витрати, пов'язані з реалізацією проекту по впровадженню ІС,

$TotCost_{\text{щорічні}}(\tau)$ - сумарні щорічні витрати за аналізований період експлуатації системи,

$TotCost_{\text{непрямі}}(\tau)$ - сумарні непрямі витрати за аналізований період експлуатації системи.

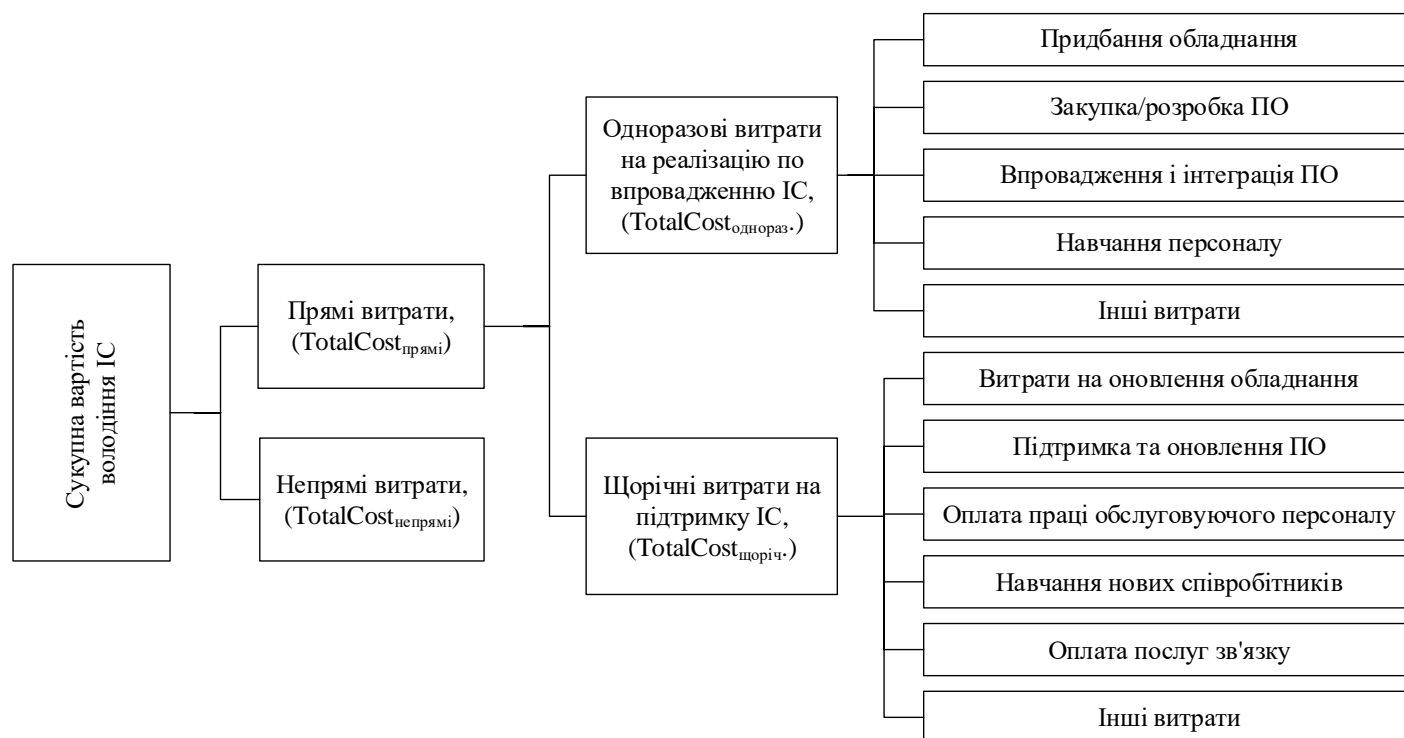


Рисунок 2.4 - Структура витрат в моделі сукупної вартості володіння

При оцінці сукупних витрат по моделі сукупної вартості володіння також виникає невизначеність, яка пов'язана з неможливістю точно оцінити повні витрати на поставку інформаційної системи. Крім цього фактори враховують щорічні і непрямі витрати також мають невизначеністю при їх оцінці.

У зв'язку з цим для оцінки сукупних вартісних витрат на придбання і експлуатацію ІТ-сервісів доцільно також використовувати теорію нечітких множин.

Аналогічно з оцінкою кількісних критеріїв якості ІС кожен статтю витрат по моделі сукупної вартості володіння ІС слід розглядати в якості нечіткого трапецієподібного числа $C = \{c_{min}, c_{mid1}, c_{mid2}, c_{max}\}$. Координати нечіткого числа описують мінімальне, максимальне і найбільш ймовірний інтервал значень елемента витрат.

Агрегування елементів графа на кожному підрівні критеріїв витрат по моделі сукупної вартості володіння необхідно проводити за допомогою додавання нечітких оцінок підлеглих статей витрат за формулою (2.26).

Як вже говорилося вище в рамках моделі СОА кожен ІТ-сервіс можна розглядати як окремий компонент інформаційної архітектури, отже до нього також можна застосовувати модель ТСО для оцінки сукупних витрат на ІТ-сервіс.

Однак слід зробити одне дуже важливе доповнення. Як було зазначено в першому розділі сервісно-орієнтована архітектура розглядає ІТ-сервіси як окремі компоненти. Тому до кожного окремого ІТ-сервісу може застосовуватися методика оцінки сукупних вартісних витрат. У той же час кожен ІТ-сервіс, що розглядається в рамках СОА-підходу, може поставлятися як в рамках базової поставки інформаційної системи, так і у вигляді окремого модуля або надбудови, яка має окрему вартість або збільшує вартість всієї поставки системи. Прикладом може служити необхідність придбання додаткових призначених для користувача ліцензій (Enterprise Client Access License) для активації ІТ-сервісів консолідуючою звітності і роботи з табличними даними (SharePoint Excel Services) в складі платформи Microsoft SharePoint Server. Для більшості інтеграційних і порталних платформ як окремих ІТ-сервісів, що вимагають додаткових витрат, виступають коннектори до різних підсистем і інших ІТ-сервісів. У разі варіанта придбання платформи з подальшим доопрацюванням окремий ІТ-сервіс, реалізований в рамках інформаційної системи зажадає додаткових (порівняно з придбанням ІС) витрат на його впровадження і підтримку. Даний факт необхідно закласти в розроблювану нечітку модель оцінки вартості ІТ-сервісів.

В результаті сумарні витрати на придбання та експлуатацію всієї інформаційної системи будуть складатися з сукупної вартості володіння базової поставкою системи (платформи, в рамках якої реалізуються ІТ-сервіси, і додаткового програмного забезпечення необхідного для цього) і додаткових витрат на придбання і експлуатацію ІТ-сервісами, що входять в зазначену поставку.

Таким чином, вартість базової поставки кожної з розглянутих інформаційних систем $z_k, k = 1, 2, \dots, s$, буде характеризуватися нечітким числом $C_i = \{c_i^{min}, c_i^{mid1}, c_i^{mid2}, c_i^{max}\}$.

Додаткова вартість кожного ІТ-сервісу y_j визначається у вигляді нечіткого числа $AddC_j = \{AddC_j^{min}, AddC_j^{mid1}, AddC_j^{mid2}, AddC_j^{max}\}$ на множині $AddC_j = \{AddC_j\}, j = 1, 2, \dots, m$. З урахуванням цієї особливості сукупні вартісні витрати на ІТ-сервіси в рамках інформаційних систем будуть визначатися за формулою:

$$TotCost_i = c_i + \sum_{y_k \in Y^i} y_k \quad (2.27)$$

де C_i - нечітка оцінка сукупних витрат по моделі ТСО для базової поставки i -ої системи,

Y^i - множина ІТ-сервісів y_k , які реалізують необхідну функціональну підтримку бізнес-процесів в постачанні даної системи.

Відзначимо, що з урахуванням особливостей, описаних в попередніх розділах даної роботи, в якості альтернатив вибору можуть виступати кілька інформаційних систем, ІТ-сервіси яких повністю реалізують необхідну функціональність. Сукупні витрати такого варіанту розраховуються як сума повних витрат на кожну інформаційну систему, при цьому кожен раз підсумовування у формулі (2.27) ведеться тільки по тим ІТ-сервісам, які забезпечують необхідну функціональність.

2.2.4 Алгоритм порівняння нечітких оцінок витрат для різних альтернатив

Для оцінки сукупних витрат на ІТ-сервіси була розроблена нечітка модель, що враховує дві компоненти сукупних витрат: витрати на базову поставку системи і супутнього програмного забезпечення, додаткові витрати, пов'язані з придбанням та обслуговуванням ІТ-сервісів. Для того щоб приймати рішення про вибір альтернативи необхідний алгоритм, що дозволяє проводити порівняння і ранжування нечітких трапецієподібних чисел. Очевидно, що, коли функції приналежності двох нечітких чисел $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ і $B = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ не перетинаються, наприклад, $b_1 > a_4$, висновок про те, що $B > A$ зробити не складно. Основна складність порівняння нечітких чисел на відміну від дійсних полягає в тому, що нечіткі числа можуть перетинатися, як показано на рис. 2.5.

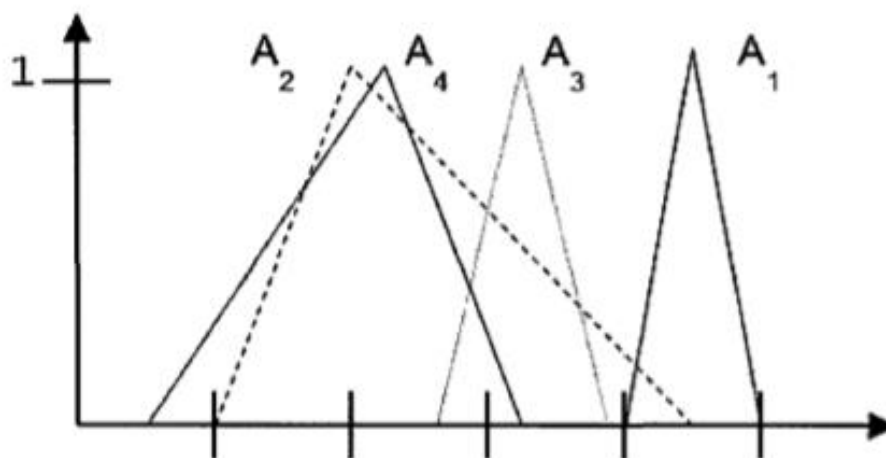


Рисунок 2.5 - Перетин нечітких чисел

В такому випадку дати однозначну відповідь про те, яке з нечітких чисел більше або менше іншого важко. Аналіз існуючих методів порівняння і ранжирування нечітких чисел, дозволив класифікувати методи на дві групи:

- методи «дефазифікації», які ставлять у відповідність нечітким числам дійсні, чіткі значення, по яких і проводиться порівняння і упорядкування. До даних методів належать методи Ченга, Кауфмана-Гупти, Чью-Парка;
- методи порівняння, що дозволяють упорядкувати набір нечітких чисел на підставі їх порівняння з референсним нечітким числом. До таких належать методи Джейна, Дюбуа-Прада, Лі-Вонга.

Друга група методів більш краща у порівнянні з першою для нечіткої моделі оцінки вартості ІТ-сервісів, тому що оперує в розрахунках з характеристиками щодо обраних референсних значень, а не абсолютними дійсними індексами, як у випадку методів «дефазифікації» нечітких чисел.

Розглянемо кожен з методів другої групи:

Метод Джейна. У методі Джейна пропонується наступний алгоритм ранжирування набору нечітких чисел A_1, A_2, \dots, A_n . Нехай значення коефіцієнтів всіх трапецієподібних чисел з даного набору лежать в інтервалі $[a_{min}; a_{max}]$. Будується нечітке число $B = \{a_{min}, a_{max}, \infty, \infty\}$, яке розглядається як множина нечітких «великих» чисел. Для кожного A_i розглядається його «ступінь приналежності» до множини нечітких «великих» чисел, яка розраховується за такою формулою:

$$Pos(A_i \in B) = \max_x \min(\mu_{A_i}(x), \mu_B(x)) \quad (2.28)$$

Упорядкування вихідного набору нечітких чисел A_1, A_2, \dots, A_n відбувається за значенням $Pos(A_i \in B)$.

Метод Дюбуа-Прада. У методі Дюбуа-Прада набір нечітких чисел A_1, A_2, \dots, A_n упорядковується на підставі розрахунку ступеня домінування кожного з нечітких чисел A_1 над іншими елементами вихідного набору. Даний коефіцієнт домінування розраховується за формулою:

$$PD(A_i) = Pos \left(A_i > \max_{i \neq j} A_j \right) = \min_{j \neq i} \max_{x,y} \min \left(\mu_{A_i}(x), \mu_{A_j}(y) \right) \quad (2.29)$$

Ранжування набору нечітких чисел проводиться за значенням коефіцієнта домінування $PD(A_i)$.

Метод Лі-Вонга. В даному методі для набору нечітких чисел A_1, A_2, \dots, A_n визначається загальний носій $\text{supp}(A)$, так щоб $\forall A_i: \text{supp}(A_i) \subseteq \text{supp}(A) = \{\min_{i=1,n} a_{1i}; \max_{i=1,n} a_{4i}\}$. На цьому носії визначається нечітке число V , з безперервною опуклою функцією приналежності $\mu_V(x)$. Далі для кожного A_i визначається показник, що характеризує «можливість» того, що нечітке число A_i більше нечіткого числа V за формулою (2.30):

$$LW(A_i > V) = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^y \mu_{A_i}(x) \mu_V(y) dx dy}{\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \mu_{A_i}(x) \mu_V(y) dx dy} \quad (2.30)$$

Ранжування і порівняння набору нечітких чисел проводиться за значенням показника $LW(A_i > V)$.

У розробляється моделі оцінки альтернатив для завдання вибору ІТ-сервісів істотним фактором є облік невизначеності, пов'язаної з можливими різними станами зовнішнього середовища. Аналіз даних методів показує, що тільки в методі Лі-Вонга є можливість моделювання різних зовнішніх ситуацій за рахунок завдання виду референсного нечіткого числа, з яким в подальшому виробляються порівняння нечітких чисел.

Так для того, щоб припустити песимістичний сценарій під час оцінки, досить взяти нечітке число V_{pes} з монотонно зростаючою на загальному носії функцією переваги. Назад для припущення оптимістичного варіанту стану середовища слід взяти нечітке число V_{opt} з монотонно спадною функцією приналежності на загальному носії. Для

простоти розрахунків візьмемо функцію переваги, лінійно зростаючу або спадаючу на загальному носії від 0 до 1 для оптимістичного або песимістичного стану середовища відповідно. Дійсно, при розрахунку параметра $LW(A_i)$ в разі V_{pes} в підінтегральному виазі чисельника великим оцінкам буде відповідати більше значення, а в разі V_{opt} менше значення функції приналежності. Графіки функцій належності V_{opt} і V_{pes} для випадку, наведеного на рис. 2.5 наведені на рис. 2.6.

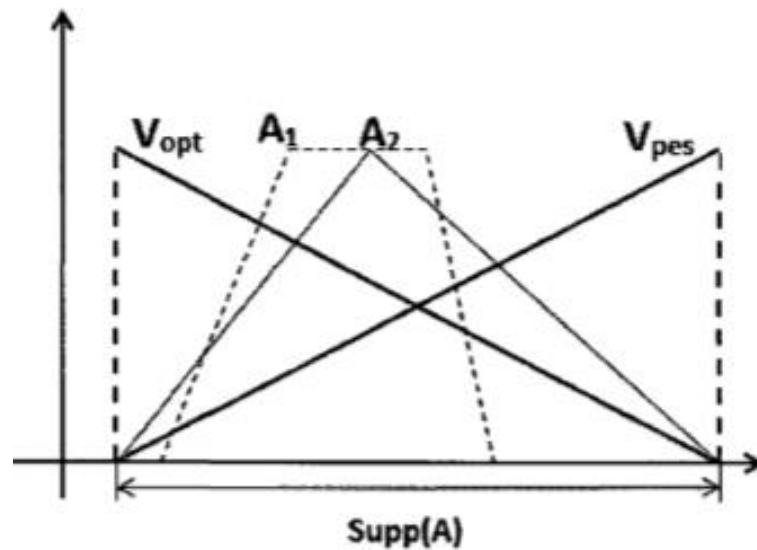


Рисунок 2.6 - Функції приналежності для оптимістичного та песимістичного нечіткого зразка в методі Лі-Вонга

Побудуємо узагальнений параметр Лі-Вонга такого вигляду:

$$LW^{gen}(A_i) = \alpha LW(A_i > V_{opt}) + (1 - \alpha) LW(A_i > V_{pes}) \quad (2.31)$$

де $LW(A_i > V_{opt})$ і $LW(A_i > V_{pes})$ розраховуються за формулою (2.27),

$$V_{opt} \text{ - зразок з функцією приналежності } \mu_{V_{opt}}(x) = \frac{\max(a_{4i}) - x}{\max(a_{4i}) - \min(a_{1i})}$$

$$V_{pes} \text{ - зразок з функцією приналежності } \mu_{V_{pes}}(x) = \frac{x - \min(a_{1i})}{\max(a_{4i}) - \min(a_{1i})}$$

α - коефіцієнт, що відображає рівень песимізму-оптимізму органу управління щодо розвитку ситуації.

У разі $\alpha = 1$, формула (2.31) відповідає оптимістичній оцінці витрат, якщо $\alpha = 0$, то формула (2.31) відповідає песимістичній оцінці. У разі, коли значенні $\alpha \in (0; 1)$, реалізується проміжна ситуація, яка характеризується проміжним рівнем песимізму-оптимізму ОПР. Залежно від інформованості ОПР та експертів про поведінку зовнішнього середовища можна вибирати різні значення $\alpha \in [0; 1]$.

Слід зазначити, що значення коефіцієнта α в (2.31) аналогічно коефіцієнту песимізму-оптимізму у формулі узагальненого ймовірного критерію (2.25). З причини того, що ОПР і експерти знаходяться в однаковій ситуації інформованості при оцінці узагальнених значень для факторів впевненості і порівняння оцінок витрат, коефіцієнт песимізму-оптимізму α повинен бути єдиним в рамках нечіткої моделі оцінки альтернатив в задачі вибору ІТ-сервісів.

У розглянутій задачі, де в якості зразків береться нечітке число з лінійною функцією приналежності (зростаюча або спадна), вираз (2.30) можна спростити. Розглянемо чисельник в вираженні (2.30). Подвійний інтеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^y \mu_{A_i}(x) \mu_v(y) dx dy$ може бути переписаний у вигляді $\int_{-\infty}^{+\infty} \mu_v(y) dy \int_{-\infty}^y \mu_{A_i}(x) dx$. Функція $\mu_{A_i}(x)$ є безперервною, і її вигляд нам відомий, отже, вираз $\int_{-\infty}^y \mu_{A_i}(x) dx$ може бути переписано у вигляді:

$$F(y) = \int_{-\infty}^y \mu_{A_i}(x) dx = \begin{cases} 0, & y < a_{i1}, \\ \int_{a_{i1}}^y \frac{x - a_{i1}}{a_{i2} - a_{i1}}, & a_{i1} \leq y \leq a_{i2} \\ \int_{a_{i1}}^{a_2} \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} + \int_{a_{i2}}^y dx, & a_{i2} \leq y \leq a_{i3} \\ \int_{a_{i1}}^{a_2} \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} + \int_{a_{i2}}^{a_{i3}} dx + \int_{a_{i3}}^y \frac{x - a_{i4}}{a_{i3} - a_{i4}}, & a_{i3} \leq y \leq a_{i4} \\ \int_{a_{i1}}^{a_2} \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} + \int_{a_{i2}}^{a_{i3}} dx + \int_{a_{i3}}^{a_{i4}} \frac{x - a_{i4}}{a_{i3} - a_{i4}}, & y > a_{i4} \end{cases} \quad (2.32)$$

Після взяття інтегралів і спрощення формула (2.32) приймає наступний вигляд:

$$F(y) = \int_{-\infty}^y \mu_{A_i}(x) dx = \begin{cases} 0, & y < a_{i1} \\ \frac{(y - a_{i1})^2}{2(a_{i2} - a_{i1})}, & a_{i1} \leq y \leq a_{i2} \\ y - \frac{a_{i1} + a_{i2}}{2}, & a_{i2} \leq y \leq a_{i3} \\ \frac{(y - a_{i4})^2}{2(a_{i3} - a_{i4})} + \frac{a_{i4} + a_{i3} - a_{i2} - a_{i1}}{2}, & a_{i3} \leq y \leq a_{i4} \\ \frac{a_{i4} + a_{i3} - a_{i2} - a_{i1}}{2}, & y > a_{i4} \end{cases} \quad (2.33)$$

Як видно з формули (2.33), функція $F(y)$ є безперервною. Отримавши уявлення для функції $F(y) = \int_{-\infty}^y \mu_{A_i}(x) dx$ у вигляді (2.33), можна розрахувати другий інтеграл в чисельнику (2.30) для оптимістичної і песимістичної оцінок:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \mu_{V_{opt}}(y)F(y)dy = \int_{a_{i1}}^{\max(a_{i4})} \frac{y - \min(a_{1i})}{\max(a_{41}) - \min(a_{1i})} F(y)dy \quad (2.34)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \mu_{V_{pes}}(y)F(y)dy = \int_{a_{i1}}^{\max(a_{i4})} \frac{\max(a_{41}) - y}{\max(a_{41}) - \min(a_{1i})} F(y)dy \quad (2.35)$$

Знаменник в виразі (2.30) $\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \mu_{A_i}(x)\mu_v(y)dx dy$ може бути переписаний у вигляді $\int_{a_{i1}}^{a_{i4}} \mu_{A_i}(x)dx \int_{\min(a_{i1})}^{\max(a_{i4})} \mu_v(y)dy$ і після перетворення для оптимістичної і песимістичної оцінок матиме вигляд:

$$\int_{a_{i1}}^{a_{i4}} \mu_{A_i}(x)dx \int_{a_{i1}}^{a_{i4}} \mu_{V_{opt}}(y)dy = \frac{a_{4i} + a_{3i} - a_{2i} - a_{1i}}{2} (\max(a_{i4}) - \min(a_{i1})) \quad (2.36)$$

$$\int_{a_{i1}}^{a_{i4}} \mu_{A_i}(x)dx \int_{a_{i1}}^{a_{i4}} \mu_{V_{pes}}(y)dy = \frac{a_{4i} + a_{3i} - a_{2i} - a_{1i}}{2} (\max(a_{i4}) - \min(a_{i1})) \quad (2.37)$$

В результаті після перетворень і спрощення виразу для розрахунку $LW(A_i > V_{opt})$ і $LW(A_i > V_{pes})$ матимуть вигляд:

$$LW(A_i > V_{opt}) = \frac{2 \int_{a_{i1}}^{\max(a_{i4})} (y - \min(a_{i1}))F(y)dy}{(a_{i4} + a_{i3} - a_{i2} - a_{i1})} \quad (2.38)$$

$$LW(A_i > V_{pes}) = \frac{2 \int_{a_{i1}}^{\max(a_{i4})} (\max(a_{i4}) - y)F(y)dy}{(a_{i4} + a_{i3} - a_{i2} - a_{i1})} \quad (2.39)$$

де $F(y)$ має вигляд (2.33).

Розроблений алгоритм порівняння нечітких оцінок витрат має один недолік - він є досить складним і може зажадати значних трудовитрат в разі застосування його для порівняння і ранжирування великої кількості нечітких чисел. У той же при порівнянні двох нечітких трапецієподібних чисел $A_1 = (a_{11}, a_{21}, a_{31}, a_{41})$ і $A_2 = (a_{12}, a_{22}, a_{32}, a_{42})$ справедливо наступне правило:

$$a_{3i} < a_{1j} \text{ and } a_{4i} < a_{4j} \Rightarrow A_i < A_j, i, j = 1, 2 \quad (2.40)$$

При цьому нерівність $A_i < A_j$ розуміється в сенсі порівняння за методом Лі-Вонга для будь-якого референсного числа. Отже, одночасне виконання двох нерівностей в (2.40) означає однозначну нерівність нечітких чисел в сенсі правила (2.39) для будь-якого значення коефіцієнта песимізму-оптимізму α . Дане правило набагато простіше, але не завжди може бути застосовано.

У зв'язку з цим представляється розумним визначити наступний двоетапний алгоритм порівняння нечітких оцінок в рамках розроблюваної моделі:

- а) на першому етапі робиться перевірка двох нерівностей (2.40), в разі їх одночасного виконання приймається рішення про порівняння двох нечітких згідно з цим правилом;
- б) у разі коли дані нерівності одночасно не виконуються проводиться порівняння нечітких чисел на підставі формули (2.39).

2.3 Розробка моделі вибору ІТ-сервісів в умовах СОА

Основним призначенням впровадження інформаційних технологій в бізнесі є обслуговування бізнес-процесів. З точки зору сервісно-орієнтованої архітектури (СОА) кожен елемент інформаційних систем, призначений для реалізації окремого бізнес-процесу, може бути представлений одним корпоративним ІТ-сервісом. У цьому випадку перед ІТ-керівником стоїть завдання вибору найбільш ефективного набору ІТ-

сервісів для забезпечення необхідного рівня обслуговування необхідного набору бізнес-процесів.

У такій ситуації слід відзначити, що невизначеність виникає як при формулюванні необхідного рівня якості обслуговування бізнес-процесів, так і при оцінці споживчої якості реалізації ІТ-сервісів. Дані обставини обґрунтовують доцільність використання теорії нечітких множин для побудови моделі формування набору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури підприємства.

Постановка завдання вибору ІТ-сервісів була проведена в першому параграфі даної глави. Нечіткі моделі оцінки якості і сукупних витрат для ІТ-сервісів були описані вище, тому при розробці моделі вибору ІТ-сервісів буде виходити з припущення, що оцінка споживчої якості і сукупних вартісних витрат для ІТ-сервісів відомі.

Отже, розглядається множина бізнес-процесів $X = \{x_i\}, i = \overline{1, n}$, які необхідно автоматизувати в рамках реалізації ІТ-стратегії, множина інформаційних систем $Z = \{z_k\}, k = \overline{1, s}$, розглянутих в процесі вибору, а також множина ІТ-сервісів $Y = \{y_j\}, j = \overline{1, m}$, що надаються інформаційними системами Z . Є також набір нечітких вимог до якості реалізації бізнес-процесів $W = \{w_i\}, i = \overline{1, n}$. Необхідно сформулювати набір ІТ-сервісів Y^* та інформаційних систем Z^* , в рамках яких ці ІТ-сервіси будуть реалізовані, так, щоб:

- забезпечити необхідний рівень якості підтримки всіх бізнес процесів X ;
- даний набір ІТ-сервісів мав мінімальну оцінку по сукупних витратах на придбання і експлуатацію для обраних ІТ-сервісів.

Відзначимо, що кожна інформаційна система Z_k реалізує певну функціональність $Y^k \subset Y$. Функціональність кожної з розглянутих ІС може бути різною ($Y^k \cap Y^l = \bar{0}$), частково перетинатися ($Y^k \cap Y^l \neq \bar{0}$), або повністю збігатися ($Y^k = Y^l$).

Можливість реалізації x_i -го бізнес-процесу y_j -им ІТ-сервісом з заданим рівнем обслуговування будемо формалізувати у вигляді нечіткої множини B , яка визначається

на декартовому добутку множин X і Y , тобто $X \times Y = \{(x, y): x \in X, y \in Y\}$. Для всіх елементів нечіткої множини Y визначена функція приналежності $\mu_B(x, y) \in [0, 1]$.

Інтерпретацією функції приналежності $\mu_B(x_i, y_j)$ є суб'єктивна міра того, наскільки рівень якості ІТ-сервісу y_j відповідає вимогам про рівень обслуговування для бізнес-процесу x_i .

Можливість реалізації y_j -го ІТ-сервісу z_k -ою інформаційною системою опишемо у вигляді нечіткого D^Q , яке визначається на декартовому добутку множин Y і Z , тобто $Y \times Z = \{(y, z): y \in Y, z \in Z\}$.

Для всіх елементів нечіткої множини D^Q визначена функція приналежності $\mu_{D^Q}(y, z)$. Інтерпретацією функції приналежності $\mu_{D^Q}(y_j, z_k)$ є впевненість експертів у рівні відповідності якості реалізації y_j -го ІТ-сервісу z_k -ої системою.

Відповідно до розробленої нечіткої моделі оцінки сукупних витрат для ІТ-сервісів оцінка сукупних витрат на базову поставку і володіння інформаційною системою z_k задається нечітким числом c_k , які формують множину оцінок базової вартості інформаційних систем $Z: C = \{c_k\}, k = 1, 2, \dots, s$. Додаткові витрати для ІТ-сервісів при реалізації тієї чи іншої інформаційної системи, відповідно до цієї ж моделі, задається множиною D^C , яке визначається на декартовому добутку множин Y і Z , тобто $Y \times Z = \{(y, z): y \in Y, z \in Z\}$. Елементами множини $d^C(y_j, z_k)$ є нечіткі кількісні оцінки додаткових витрат для ІТ-сервісу y_j в складі інформаційної системи z_k .

Композиція множин D^Q і D^C задає множину пар нечітких чисел $\{\mu_{D^Q}(y, z), d^C(y_j, z_k)\}$, що визначають впевненість експертів у рівні якості реалізації і додаткових витратах для y_j -го ІТ-сервісу z_k -ою системою.

Проілюструємо формування множин B і D у вигляді нечіткого графа, вершинами якого є елементи множин $X = \{x_i\}$, $Y = \{y_i\}$ і $Z = \{z_i\}$, а дуги відповідають ненульовим значенням елементів множин $B = \{\mu_B(x_i, y_j)\}$ і $D = \{\mu_{D^Q}(y_j, z_k), d^C(y_j, z_k)\}$. Структура даного графа представлена на рис. 2.7.

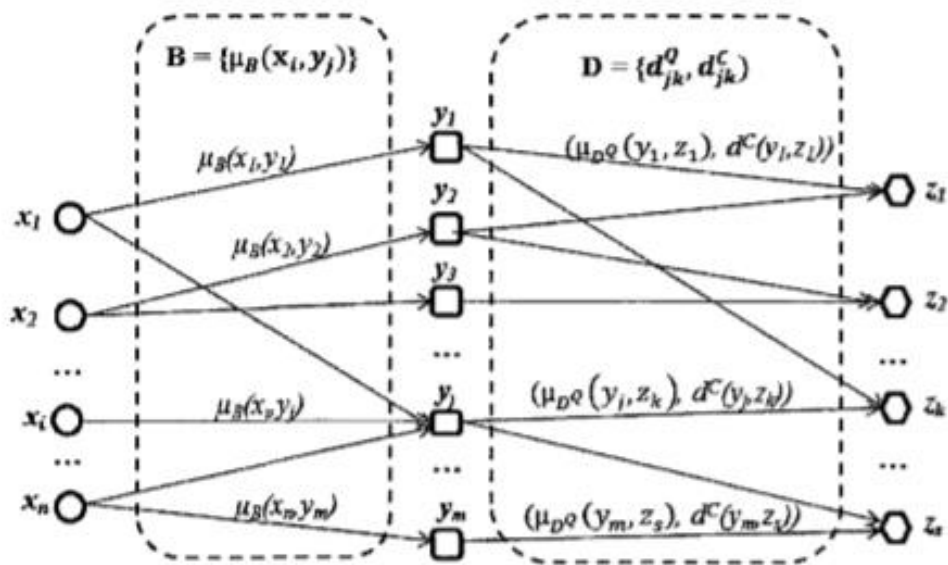


Рисунок 2.7 - Граф, що описує завдання оцінки і вибору ІТ-сервісів

Постановки завдання формування набору ІТ-сервісів обумовлює побудову відображення множини бізнес-процесів $X = \{x_i\}$ на множину розглянутих інформаційних систем $Z = \{z_k\}$

Для побудови такого відображення сформуємо множину P^Q , що представляє собою композицію нечітких множин B і D^Q , тобто $P^Q = B \otimes D^Q$. Дана нечітка множина визначена на декартовому добутку множин X і Z , тобто $P^Q = \{(x, z): x \in X, z \in Z\}$. Функція приналежності даної множини визначається згідно з формулою (2.41):

$$\mu_{P^Q}(x_i, z_k) = \max_{y_j \in Y} \left\{ \min \{ \mu_B(x_i, y_j), \mu_{D^Q}(y_j, z_k) \} \right\} \quad (2.41)$$

де $x_i \in X, i = \overline{1, n}; y_j \in Y, j = \overline{1, m}; z_k \in Z, k = \overline{1, s}$

Функція приналежності $\mu_{P^Q}(x, z)$ описує впевненість в тому, що рівень інтегральної споживчої якості розглянутих ІТ-сервісів відповідає потребам про рівень обслуговування для бізнес-процесів предметної області.

У нашій задачі для обліку оцінки сукупних витрат на реалізацію бізнес-функцій інформаційними системами необхідно побудувати ще одну множину P^C , що представляє собою композицію нечітких множин B і D^C , тобто $P^C = B \otimes D^C$. Дана нечітка множина визначена на декартовому творі множин X і Z , тобто $P^C = \{(x, z): x \in X, z \in Z\}$. Елементи даної множини $p_{ik}^C \in P^C$ визначається згідно з формулою (2.42):

$$p_{ik}^C = \begin{cases} d_{ik}, & \text{якщо } \mu_B(x_i, y_j) > 0 \\ 0, & \text{якщо } \mu_B(x_i, y_j) = 0 \end{cases} \quad (2.42)$$

Елементи p_{ik}^C множини P можна інтерпретувати як нечітку оцінку додаткових витрат для підтримки бізнес-процесу x_i , при реалізації ІТ-сервісом в рамках системи z_k .

Об'єднання множин P^C і P^Q задає множина \bar{P} пар нечітких чисел (p_{ik}^C, p_{ik}^Q) , $i = \overline{1, n}$, $k = \overline{1, s}$; де p_{ik}^Q - інтерпретується як ступінь впевненості експертів у тому, що рівень обслуговування бізнес-процесу x_i відповідає необхідному рівню при реалізації його системою z_k , а нечітке число p_{ik}^C характеризує додаткові витрати підтримки бізнес процесу x_i , за допомогою ІТ-сервісу в рамках системи z_k . Множину \bar{P} зручно представляти у вигляді матриці:

$$\bar{P} = \begin{pmatrix} (p_{11}^Q, p_{11}^C) & \dots & (p_{1s}^Q, p_{1s}^C) \\ (p_{21}^Q, p_{21}^C) & \dots & (p_{2s}^Q, p_{2s}^C) \\ & \ddots & \\ (p_{n1}^Q, p_{n1}^C) & \dots & (p_{ns}^Q, p_{ns}^C) \end{pmatrix} \quad (2.43)$$

У такому представленні множини \bar{P} рядки відповідають бізнес-процесам X , а кожен стовпець відповідає окремій інформаційній системі z_k .

Для вибору рішення (або рішень), що доставляє оптимальне значення для сукупних витрат на придбання і експлуатацію всіх ІТ-сервісів, що входять в набір,

необхідно розглядати всілякі поєднання стовпців матриці \bar{P} . Кожне таке поєднання з $r = \{k_1, k_2, \dots, k_s\}$ різних стовпців матриці (2.43) описує впевненість експертів про якість і витрати при реалізації всіх бізнес-процесів $\{x_i\}$ за допомогою інформаційних систем $\{z_{k_1}, z_{k_2}, \dots, z_{k_s}\}$. Множину всіляких таких поєднань позначимо через P^* .

Побудована множина P^* є формальною основою для формування набору ІТ-сервісів.

Для розглянутих альтернатив $\tilde{p} = (\tilde{p}_{ik}^c, \tilde{p}_{ik}^q) \in P^*$ повинні виконуватися вимоги щодо необхідних рівнів обслуговування бізнес-процесів, які задають мінімальні рівні w_j впевненості експертів про необхідну якість реалізації для кожного бізнес-процесу x_i :

$$\forall i \in [1, n] \exists k^*: \tilde{p}_{ik^*}^q \geq w_i \quad (2.44)$$

Умова (2.44) формує множину $P_\Delta^* \subseteq P^*$, яку можна інтерпретувати як множину всіляких різних сполучень систем $\{z_k\}$, в яких рівень впевненості про якість підтримки кожного бізнес-процесу $\{x_i\}$ дорівнює або вище необхідного w_i .

З множини P_Δ^* слід вибрати альтернативу $\tilde{p}_{res} \subseteq P_\Delta^*$ з мінімальними сукупними витратами:

$$\tilde{p}_{res} = \text{Argmin}_{\tilde{p} \in P_\Delta^*} \text{TotalCost}(\tilde{p}) \quad (2.45)$$

де сукупні витрати для ІТ-сервісів, що входять в поєднання \tilde{p} розраховуються за формулою:

$$\text{TotalCost}(\tilde{p}) = \sum_{k \in r} C_k + \sum_{[i,k^*] \in K^*} p_{ik^*}^c \quad (2.46)$$

де C_k - оцінки сукупної вартості володіння базової поставки всіх інформаційних систем, що входять в поєднання \tilde{p} ,

p_{ik}^C - додаткові сукупні витрати для ІТ-сервісів реалізують бізнес-процеси $\{x_i\}$,

K^* - множина індексів i та k^* , що відповідають елементам, які відповідають умові (2.44). З формули (2.41) видно, що у всіх парах індексів множини K^* перший індекс приймає рівно по одному значенню від 1 до n .

Відзначимо, що, якщо s - число стовпців в матриці \bar{P} (2.43), то потужність множини, що містить всі поєднання з r неповторюваних стовпців, буде визначатися за допомогою формули біноміальних коефіцієнтів $C_r^s = \frac{s!}{(s-r)!r!}$. Таким чином, загальна кількість елементів множини P^* розраховується за формулою (2.47):

$$M(P^*) = \sum_{r=1}^s C_r^s = 2^s \quad (2.47)$$

При цьому завдання порівняння і ранжирування всіх елементів даної множини на підставі прямого розрахунку сукупних витрат для кожної комбінації ІТ-сервісів і систем за допомогою формул (2.35) і (2.39) стає досить трудомісткою.

Переформулюємо постановку задачі (2.45) для того щоб мати можливість застосувати один з методів оптимізації в задачах лінійного програмування.

Розглянемо матрицю $\bar{A} = \{a_{ik}\}$ розміром $n \times s$, елементи якої визначаються наступним чином:

$$a_{ik} = \begin{cases} p_{ik}^C, & \text{якщо } p_{ik}^Q > 0, \\ 0, & \text{якщо } p_{ik}^Q = 0; \end{cases} \quad (2.48)$$

У термінах даної матриці, наша задача зводиться до відшукування такого вектора $\bar{k}^* = \{k_m^*\}$ з стовпців матриці \bar{A} , щоб він відповідав таким умовам:

1. для кожного рядка серед елементів цих стовпців був як мінімум один ненульовий елемент, тобто

$$\forall i \in [1, n] \exists \widetilde{a}_{ik^*} \in \overline{k^*}: \widetilde{a}_{ik^*} > 0 \quad (2.49)$$

2. доставляється мінімум наступному функціоналу:

$$TotCost(\overline{A}, \overline{k^*}, C) = \sum_{k^* \in \overline{k}} C_{k^*} + \sum_{[i, k^*]} a_{ik^*} \quad (2.50)$$

Умова (2.49) відповідає вимозі про необхідний рівень реалізації всіх бізнес-процесів обраними ІТ-сервісами. Умова (2.50) відповідає необхідності пошуку набору з мінімальними сукупними витратами.

Розглянемо ієрархічний алгоритм генерування множини всіляких поєднань стовпців матриці A (2.48). Структура алгоритму, представлена у вигляді дерева на рис. 2.8.

Множина всіх вершин дерева даного алгоритму утворює шукану множину всіляких поєднань стовпців матриці A . При такій побудові на кожному рівні ієрархії даного дерева знаходяться всі поєднання з відповідної кількості елементів, тобто на i -му рівні ієрархії знаходяться i -елементи комбінації (C_s^i) стовпців матриці A . Перехід на один рівень вниз або вгору по ієрархії відповідно збільшує або зменшує кількість елементів в поєднаннях на одиницю.

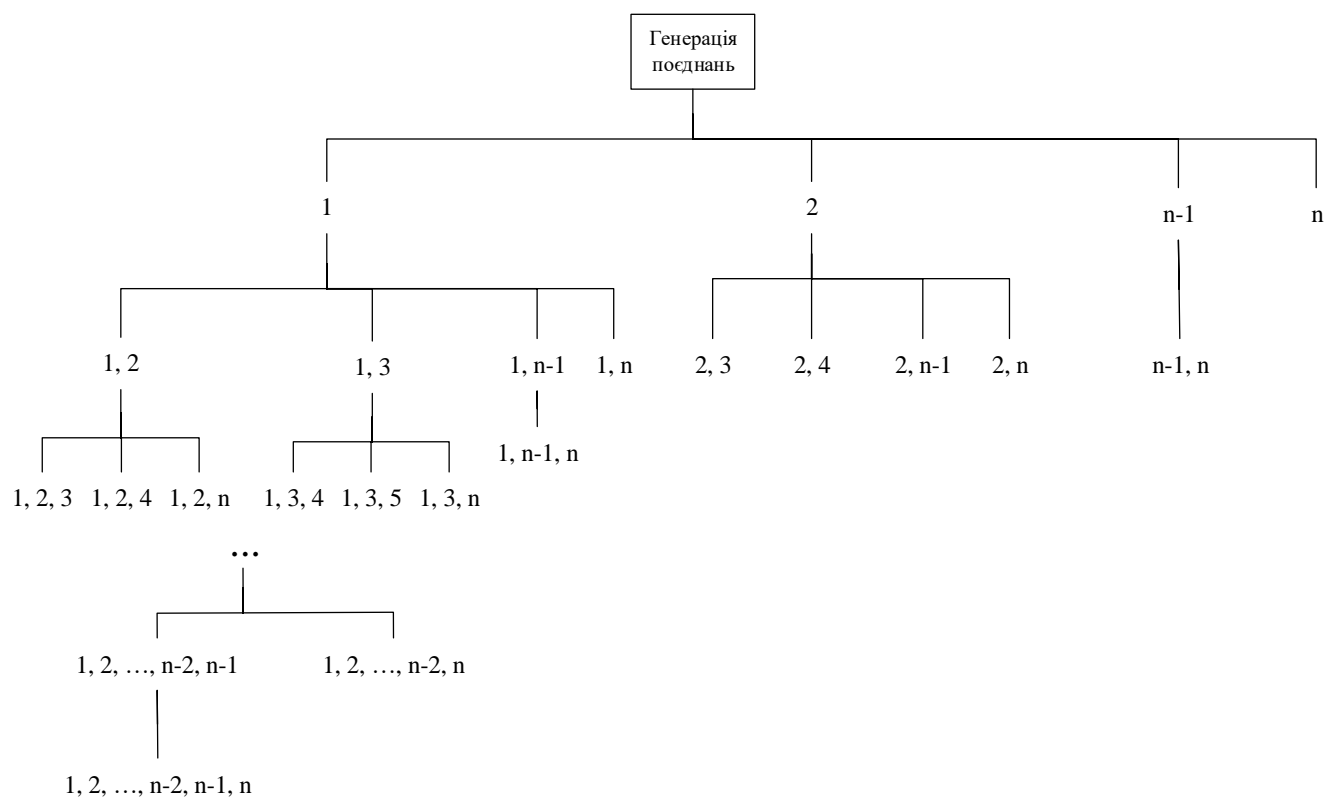


Рисунок 2.8 - Ієрархічний алгоритм генерування множини поєднань для s елементів

Будемо позначати вершини даного дерева через $k(\bar{l})$, де \bar{l} - вектор індексів елементів, що входять в дане поєднання. На першому рівні дерева алгоритму розташовуються окремі елементи $\{z_k\}, k = 1, 2, \dots, s$. Для кожної з вершин першого рівня підлеглі вершини дерева другого рівня ієрархії містять індекс відповідної батьківської вершини і ще один останній індекс, значення для якого беруться з індексів вихідної множини, більших, ніж останній індекс батьківської вершини. На другому і подальшому рівнях підлеглі вершини також містять індекси батьківської вершини і останній індекс вершини, який також вибирається з початкової множини індексів, більших останнього індексу батьківської вершини. У підсумку, як видно на рис. 2.8, кожна вершина дерева генерації сполучень позначена індексами в порядку їх зростання. У відповідність із запропонованим алгоритмом побудови дерева, найбільшу довжину має гілка з першим індексом 1, найменша довжина відповідає останній гілці з першим індексом n .

Проходження по вершинах дерева генерації сполучень (рис. 2.8) необхідно завжди починати з крайньої лівої галузі (відповідної найменшому першому індексу), «спускаючись» вниз по дереву генерації сполучень.

Розглянемо застосування методу гілок і меж при розрахунку сукупних витрат для ІТ-сервісів, що входять в набір на кожній вершині дерева генерації сполучень рис. 2.8 за формулою (2.50).

Перехід на кожний наступний рівень даного дерева веде до додавання ще одного стовпчика до даної комбінації елементів. У разі генерування комбінацій ІТ систем перехід на більш низький рівень дерева даного алгоритму відповідає додаванню ще однієї ІС, що згідно з формулою (2.50) тягне за собою збільшення сукупних витрат для всього набору ІТ-сервісів, що входять в нього.

Очевидно, що якщо для будь-якої вершини дерева даного алгоритму була визначена комбінація стовпців $\bar{k} = \{k_m\}$, яка задовольнить умові (2.49), то всі гілки дерева алгоритму, підлеглі даній вершині, слід викинути з розгляду, тому що вони лише збільшують сукупні витрати для функціоналу (2.50), не змінюючи умову (2.49).

Додатково оптимізувати даний алгоритм можна наступним чином. Після того, як в дереві алгоритму буде знайдена перша вершина, яка задовольнить умові (2.49), тобто буде знайдена комбінація \bar{k}' систем, що реалізує всі бізнес-процеси, при розгляді вершини \bar{k}'' на іншій гілці дерева зупиняти проходження алгоритму можна вже за умови:

$$TotCost(\bar{A}, \bar{k}', C) < TotCost(\bar{A}, \bar{k}'', C) \quad (2.51)$$

де \bar{k}'' - комбінація систем, відповідних розглянутій вершині.

Перевірка (2.51) здійснюється згідно із двохетапним правилом порівняння нечітких оцінок (2.39), (2.40), описаних в попередньому параграфі. Зупинку проходження по дереву алгоритму слід проводити незалежно від того, чи виконується

правило (2.49) для вершини \bar{k}'' чи ні, тому що незалежно від цього в ній (і у всіх підлеглих вершинах) сукупні витрати для ІТ-сервісів будуть вищими, ніж для вершини \bar{k}' .

У разі, коли для порівнюваних вершин в (2.51) виконується зворотна (2.51) нерівність, тобто

$$TotCost(\bar{A}, \bar{k}', C) > TotCost(\bar{A}, \bar{k}'', C) \quad (2.52)$$

одночасно з виконанням (2.49) для вершини \bar{k}'' , в якості оптимальної вершини, з якої в подальшому необхідно порівнювати інші вершини, слід взяти вершину \bar{k}'' . Дане правило може бути записано таким чином:

$$k' = \begin{cases} k', & \text{якщо (2.48)} \\ k'', & \text{якщо (2.49) і (2.46)} \end{cases} \quad (2.53)$$

Після цього проходження алгоритму по підлеглим вершин припиняється. Подальше проходження здійснюється у відповідність з вищеописаними правилами. Для кожної вершини здійснюється порівняння з еталонною вершиною k' згідно з правилом (2.53). При виконанні умов в (2.53) слід зупинити проходження алгоритму по всім підлеглим вершинам і переходити до наступної гілки. У разі коли для даної вершини k'' виконується тільки (2.52), а (2.49) не виконується, слід продовжити проходження алгоритму по підлеглим вершин. При завершенні алгоритму (тобто при проходженні по всіх вершинах) в якості шуканого набору береться набір, відповідний еталонній вершині k' .

Таким чином, для знаходження шуканого набору ІТ-сервісів, одночасно задовольняючим вимогам (2.44) і (2.45) або що те ж саме (2.49) і (2.50), необхідно діяти відповідно до наступного алгоритму:

- а) побудувати матрицю A (2.48);
- б) сформулювати дерево генерування всіх сполучень стовпців матриці A згідно рис. 2.19;
- в) почати проходження алгоритму по вершинах гілок дерева і проводити розрахунок оцінок сукупних витрат для ІТ-сервісів, що входять в набір, відповідний кожній вершині дерева;
- г) після знаходження першої вершини, що відповідає правилу (2.49), вибрати дану вершину в якості еталонної k' ;
- д) при подальшому проходженні вершин виробляти додаткове порівняння згідно з правилом (2.53);
- е) після проходження всіх вершин взяти в якості шуканого набору, набір ІТ-сервісів, відповідний еталонній вершині k' .

2.4 Висновок до розділу

Для моделювання вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури обґрунтовано застосування теорії нечітких множин. Для опису нечітких моделей інтегральної споживчої якості і сукупних витрат для ІТ-сервісів були обрані трапецієподібні нечіткі числа і їх лінгвістичні інтерпретації.

Для оцінки інтегральної споживчої якості ІТ-сервісів розроблено нечітку модель, що описується графом критеріїв (рис. 2.3) і нечіткими шкалами оцінки даних критеріїв. Застосування методу аналізу ієрархій дозволяє проводити розрахунок критеріїв на підставі значення оцінок за критеріями з підлеглих вершин графа за формулою (2.10).

Для ситуації факторів впевненості, тобто таких критеріїв, при оцінці яких ОПР не може дати однозначну оцінку того, яке значення приймає критерій, побудований узагальнений критерій (2.25). Розрахунок узагальненого критерію проводиться на підставі припущення про порівняльну перевагу можливих значень цього критерію, а також на підставі оцінки ОПР, рівня песимізму-оптимізму щодо можливих ситуацій.

Для кожного фактору впевненості розроблений алгоритм розрахунку узагальненого значення критерію і переходу до детермінованих нечітких оцінок критерію.

На основі моделі сукупної вартості володіння, побудована модель нечіткої оцінки сукупних витрат на ІТ-сервіси, що описує кожну статтю витрат у вигляді нечіткого трапецієподібного числа. У даній моделі оцінка сукупних витрат на ІТ-сервіс описується як сума витрат на володіння базовим постачанням інформаційної системи, в складі якої реалізується ІТ-сервіс, і додаткових сукупних витрат на придбання і експлуатацію ІТ-сервісів (2.26).

Для порівняння і ранжирування нечітких оцінок сукупних витрат був розроблений двоетапний алгоритм. На першому етапі даного алгоритму виробляється «швидке» порівняння нечітких чисел за правилом (2.40). У разі, коли це правило не виконується, проводиться порівняння на основі розрахунку узагальненого параметра (2.39) для кожного з порівнюваних нечітких чисел. Узагальнений параметр розроблений на основі критерію Лі-Вонга для порівняння нечітких чисел. Побудова узагальненого параметра дозволяє враховувати припущення ОПР про рівень песимізму-оптимізму щодо нечітких оцінок витрат.

На підставі розробленої нечіткої моделі, що дозволяє здійснювати оцінку інтегральної якості і сукупних витрат для ІТ-сервісів, було розроблено модель вибору ІТ-сервісів. У даній моделі на основі нечітких вимог до якості обслуговування бізнес-процесів X і оцінок якості і вартості реалізації ІТ-сервісів Y в рамках інформаційних систем Z будується відображення множини інформаційних систем на множину бізнес-процесів. Дане відображення береться за основу для формування необхідного набору інформаційних ІТ-сервісів.

Застосування нечіткої моделі вибору ІТ-сервісів дозволяє здійснювати пошук ІТ-сервісів, що реалізують підтримку бізнес-процесів X з мінімальними сукупними витратами на придбання і експлуатацію даних ІТ-сервісів.

Реалізація алгоритму пошуку оптимального набору ІТ-сервісів здійснена за допомогою ієрархічного алгоритму генерації сполучень і застосування до нього методу гілок і меж.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ПОБУДОВИ СЕРВІСНО-ОРІЄНТОВАНОЇ АРХІТЕКТУРИ

3.1 Розробка методики вибору ІТ-сервісів в умовах СОА

У другому розділі даної роботи були розроблені моделі оцінки та вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури. Звісно ж, що в рамках даної моделі методична підтримка при виборі ІТ-сервісів повинна здійснюватися в рамках вирішення наступних завдань:

- а) розробка структури критеріїв оцінки якості ІТ-сервісів;
- б) аналіз і порівняння альтернатив в задачі вибору ІТ-сервісів;
- в) формування набору корпоративних ІТ-сервісів в умовах СОА.

Методична підтримка застосування розробленої моделі на кожному з вищевказаних етапів важлива і необхідна. При цьому варто відзначити, що похибка або неточність, допущені на одному з кроків, можуть привести до неправильних результатів на виході і спровокувати прийняття неправильного або неоптимального рішення.

Розроблювана методика застосування нечітких моделей для вибору ІТ-сервісів в умовах СОА дозволяє формалізувати дії ОПР і експертів на кожному з етапів і пропонує рекомендації щодо підвищення ефективності обробки інформації і зниження ризиків появи неточності розрахунків.

3.1.1 Методика розробки критеріїв оцінки якості для альтернатив в задачі вибору способу придбання ІС

Для того щоб розробити систему критеріїв оцінки альтернатив на підставі нечіткої моделі, розробленої у другому розділі, необхідно сформулювати кортеж (2.14). Для цього необхідно виконати наступні кроки.

Крок 1. Необхідно сформулювати ієрархію критеріїв, які задають вершини графа G . Як вже говорилося у другому розділі, структура елементів графа критеріїв якості G

задається бізнес-цілями, які необхідно досягти за рахунок впровадження розглянутих інформаційних систем. Слід зазначити, що не існує єдиного способу для декомпозиції інтегральної якості в ієрархію критеріїв. ОПР або експерти при формуванні структури графа повинні керуватися наступними принципами побудови ієрархії критеріїв:

- а) кожен з підлеглих критеріїв повинен відповідати певній характеристиці вищого критерію;
- б) множина підлеглих критеріїв має описувати всі характеристики вищого критерію;
- в) підлегли критерії на одному рівні повинні бути незалежними;
- г) на множині підлеглих критеріїв кожен критерій повинен бути порівняний з іншим за значимістю;
- д) на кожному рівні підпорядкування слід визначати не більше 7 критеріїв. При виконанні цієї вимоги угруповання ієрархії в кластери має такі переваги:
 - 1) велика ефективність роботи експертів і ОПР при проведенні попарних порівнянь на кожному рівні підпорядкування;
 - 2) велика узгодженість матриць попарного порівняння на кожному рівні підпорядкування і всієї ієрархії в цілому.

Крок 2. Для кожного елемента графа необхідно сформулювати шкалу лінгвістичних значень L_j^i . При необхідності експертами можна провести коригування значень нечітких оцінок для кожної лінгвістичної змінної.

Крок 3. Сформулювати систему переваг критеріїв на кожному рівні підпорядкування графа G . Для цього необхідно визначити відносні ваги для кожного критерію.

Для визначення відносних ваг критеріїв на кожному рівні підпорядкування необхідно використовувати метод аналізу ієрархій, або його спрощені варіанти на основі застосування базисних пар порівнянь. Найбільш зручними методами побудови базисного набору для матриці попарних порівнянь є [2]:

а) схема «порівняння зі зразком», коли всі елементи порівнюються з одним елементом (з яким присвоюється перший номер) і таким чином експертом будується лише перший рядок матриці $\{a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}\}$.

Інші елементи матриці добудовуються на підставі припущення про сумісність матриці:

$$a_{ii} = 1, a_{ij} = \frac{a_{1i}}{a_{1j}} \quad (3.1)$$

Далі компоненти вагового вектора $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ знаходяться за формулою:

$$p_i = \frac{a_{1n}}{a_{1i}} \quad (3.2)$$

б) Схема «послідовного порівняння», коли з наявного набору порівнюваних елементів вибирається якийсь один. Йому присвоюється перший номер. Для нього з метою подальшого порівняння підбирається інший об'єкт (якому присвоюється другий номер), найбільш «відповідний» для порівняння з першим. В результаті порівняння стає відомий елемент a_{12} . Подальші дії аналогічні: для другого елементу вибирається найбільш «відповідний» для порівняння третій і так далі. В результаті порівняння будується базовий набір елементів:

$$\{a_{12}, a_{23}, \dots, a_{(i-1)i}, \dots, a_{(n-1)n}\} \quad (3.3)$$

Інші елементи матриці будуються на підставі правила (яке легко перевірити):

$$a_{ij} = a_{i(j-1)}a_{j(j-1)}, i = 1, 2, \dots, n - 2 (i < j - 1) \quad (3.4)$$

При цьому компоненти вагового (ненормованого) вектора \bar{p} можуть бути знайдені в вигляді добутку за формулою:

$$p_k = a_{k(k+1)} a_{(k+1)(k+2)} \dots a_{(n-1)n}, k = 1, 2, \dots, n - 1; p_n = 1 \quad (3.5)$$

Таблиця 3.1 - Значення шкали для використання при складанні матриці попарних порівнянь в МАІ

Ступінь важливості (оцінка)	Визначення	Пояснення
1	Рівнозначність	Два елементи вносять однаковий внесок у досягнення мети
3	Невелике переважання (слабка значимість)	Досвід і судження дають легку перевагу одному елементу перед іншим
5	Істотна або сильна значимість	Досвід і судження дають сильну перевагу одного елемента перед іншим
7	Дуже сильна або очевидна значимість	Перевага одного елемента перед іншим очевидна і явна
9	Абсолютна значимість	Свідोцтво на користь переваги одного елемента в надзвичайно кращі
2,4,6,8	Проміжні значення між сусідніми значеннями шкали	Ситуація, коли необхідне компромісне рішення
Зворотні величини наведених чисел	Якщо елементу i при порівнянні з елементом j приписується одне з наведених вище чисел, то елементу j при порівнянні з i приписується зворотне значення пояснення	Обгрунтоване в рамках розробленої моделі припущення

Представлений спрощений варіант побудови матриці попарних порівнянь в методі аналізу ієрархій позбавлений зазначених вище недоліків і має ряд переваг:

- для побудови повної матриці попарних порівнянь експертам необхідно порівняти попарно $(n - 1)$ елементів, а не $n(n - 1)$ в початковому варіанті;
- побудована у такий спосіб матриця, є зворотньосиметричною і строго сумісною, таким чином, наявність «модельної» похибки при визначенні ваг елементів повністю виключається;
- коефіцієнти вагового вектора розраховуються прямим способом без залучення додаткових численних способів, що особливо важливо при використанні МАІ для порівняння більше чотирьох елементів одночасно, коли задача про власне значення матриці розміром $4 * 4$ і більше не може бути вирішена в явному вигляді, а тільки на підставі чисельних методів;
- запропонований до використання спосіб побудови матриці попарних порівнянь повністю використовує переваги методу аналізу ієрархій і не звужує область для його використання.

Заповнення матриці попарних порівнянь дає високу узгодженість в методі аналізу ієрархій, і має зрозумілі експертами і ОПР оцінки, коли відбувається за шкалою, представленою в таблиці 3.1 (за умови обмеження на кількість елементів для порівняння $n < 7$):

Оптимальність вибору шкали з межею 9 обумовлена наступними факторами:

- якісні відмінності значимі на практиці і володіють елементом точності, коли величина порівнюваних предметів одного порядку або предмети близькі щодо властивості, використаного для порівняння;
- здатність людини виробляти якісні розмежування добре представлена п'ятьма визначеннями: рівний, слабкий, сильний, дуже сильний і абсолютний. додаткові значення з'являються як компромісні або проміжні значення. В результаті виходить 9 відміток на шкалі;

– при попарном порівнянні не більше семи предметів злегка відрізняються один від одного потрібно мінімум дев'ять точок, щоб розрізнити їх. Використання шкали з дев'яти можливих точок дає ОПР і експертам можливість проводити зрозуміле і помітне на пізнавальному рівні порівняння елементів в задачі вибору способу придбання ІС.

Застосування такої шкали відповідає розумовим здібностям людини визначати якісні відмінності порівнюваних предметів.

Крок 4. Провести нормування вагових коефіцієнтів за формулою:

$$p_j^N = \frac{p_j}{\sum_{i=1}^n p_i}, j = \overline{1, n} \quad (3.6)$$

Отримані відносні ваги підлеглих критеріїв на кожному рівні ієрархії в поданні графа G можуть бути інтерпретовані як дуг цього графа, який представлений на рис. 3.1.

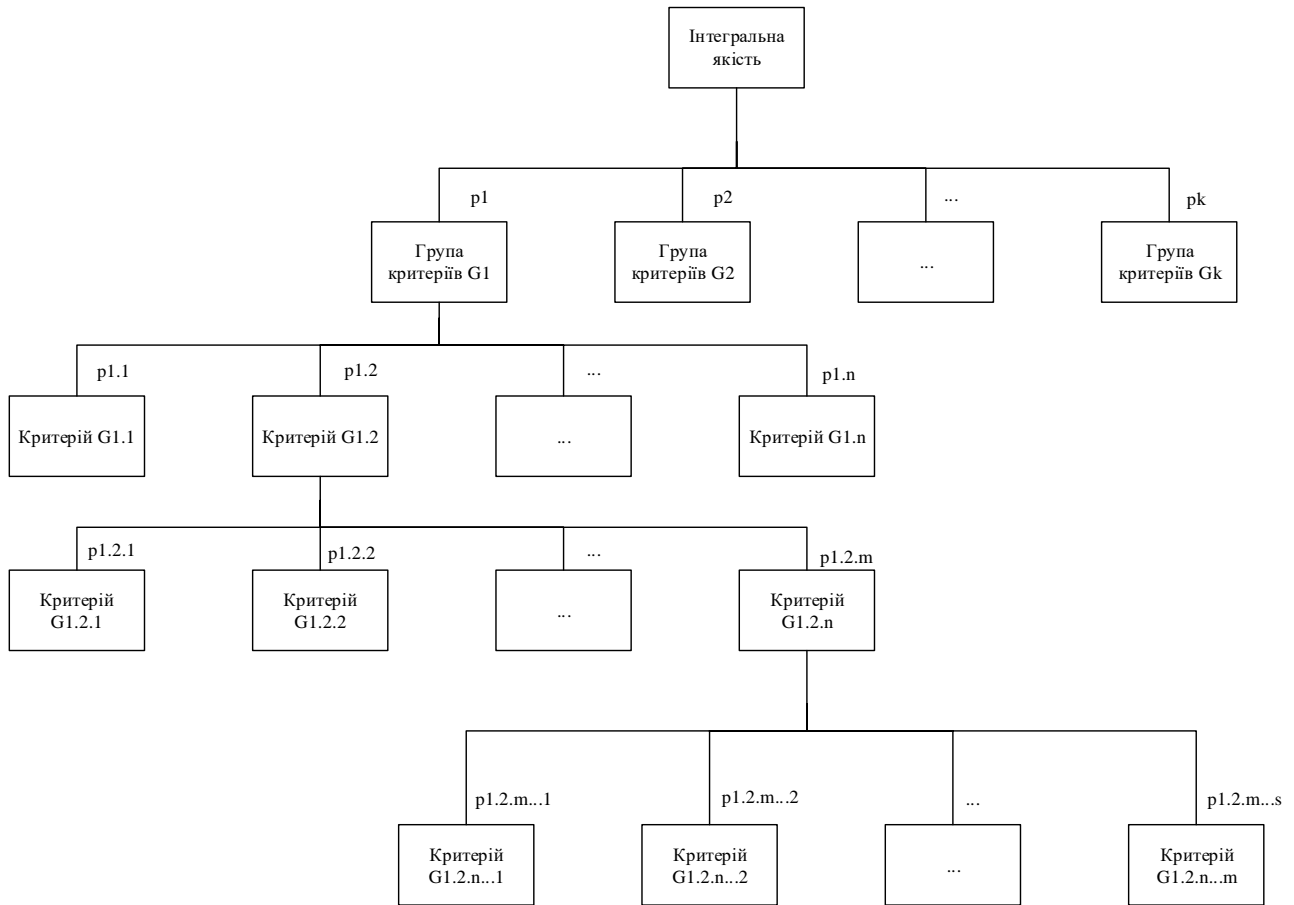


Рисунок 3.1 - Ієрархічний граф критеріїв оцінки інтегральної якості

В результаті виконання наведених вище дій буде отримано ієрархічний граф, що описує структуру і систему переваги критеріїв, які визначають інтегральну якість інформаційної системи. На підставі аналізу даного графа ОПР вже може робити висновок про ступінь переваги тих чи інших критеріїв і може бачити підсумковий внесок кожного підкритеріям в інтегральну оцінку якості кожної альтернативи.

3.1.2 Методика формування набору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури

Для того щоб вирішити задачу вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури і реалізувати необхідну функціональну підтримку бізнес-процесів підприємства, необхідно виконати наступну послідовність дій.

Крок 1. На підставі бізнес-стратегії ОПР та експерти повинні сформувати множину бізнес-процесів $X = \{x_i\}, i = \overline{1, n}$

Крок 2. Експертам необхідно сформувати множину розглянутих інформаційних систем $Z = \{z_k\}, k = \overline{1, s}$, які передбачається використовувати для реалізації підтримки бізнес-процесів X .

Крок 3. Експертам необхідно провести огляд функціональності систем Z і сформувати на його основі множину ІТ-сервісів $Y = \{y_j\}, j = \overline{1, m}$

Крок 4. ОПР і експертам необхідно висловити припущення щодо того, наскільки ІТ-сервіс y_j може забезпечити якісну підтримку, що відповідає вимогам щодо рівня обслуговування для бізнес-процесу x_i . Думки експертів в результаті формують матрицю нечіткої множини B .

Крок 5. ОПР і експертам необхідно висловити думку щодо якості реалізації функціональності ІТ-сервісу y_j в системі z_k . Для формування даної оцінки експертам необхідно використовувати методику оцінки інтегральної якості для кожної альтернативи, наведену вище. В результаті буде сформована матриця нечіткої множини D^Q .

Крок 6. Провести нечітку оцінку витрат на базову поставку інформаційних систем Z відповідно до методики оцінки сукупних витрат і сформувати нечітку множину $C = \{C_k\}, k = \overline{1, s}$.

Крок 7. Провести нечітку оцінку доданої вартості реалізації ІТ-сервісу y_j в рамках поставки z_k -ої системи відповідно до методики оцінки сукупних витрат. В результаті буде сформована матриця нечіткої множини D^C .

Крок 8. Сформувати матрицю D пар нечітких чисел на основі об'єднання матриць D^Q і D^C .

Крок 9. Побудувати відображення множини бізнес-процесів X на множині розглянутих систем Z у вигляді нечіткої множини P , описаної у вигляді матриці пар нечітких чисел (p_{ik}^Q, p_{ik}^C) .

Крок 10. На підставі думок експертів про допустимі рівні обслуговування бізнес-процесів X сформувавши вектор $\Delta = \{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n\}^T$.

Крок 11. Сформувавши множину P всіляких поєднань стовпців матриці P .

Крок 12. Виділити з множини P^* підмножину $P_\Delta^* \subseteq P^*$

Крок 13. Визначити набір ІТ-сервісів, що мають найменшу оцінку сукупної вартості.

Послідовність дій в рамках методики формування набору ІТ-сервісів на основі розробленої нечіткої моделі вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури представлена у вигляді діаграми на рис. 3.3.

3.2 Архітектура інформаційної системи для вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури

Необхідність автоматизації розробленої нечіткої моделі вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури обумовлена низкою факторів, серед яких найбільш важливими є наступні:

- складність проведення і велика кількість математичних розрахунків в рамках розробленої моделі;
- потреба в автоматизованому інтерфейсі роботи з елементами моделі для ОПР і експертів;
- необхідність зберігання результатів проведених оцінок для формування бази знань з метою спрощення повторного використання;
- необхідність обміну даними з іншими системами в рамках системи управління на підприємстві.

Основні принципи інструментального способу вибору ІТ-сервісів в умовах СОА:

- принцип інформаційного обміну в процесі прийняття рішення - система повинна надавати доступ до зовнішньої інформації з потрібних завдань, мати можливість збереження інформації про розрахунки і швидкого доступу до них,

давати можливість доступу всім учасникам до інформації різного рівня деталізації;

- принцип «будівельних блоків» - різні групи бізнес-процесів виділяються в окремі відокремлені компоненти інформаційної системи з чітко визначеними інтерфейсами взаємодії у відповідність з концепцією COA;
- принцип множинності інтерфейсів - система повинна мати різні інтерфейси для роботи різних користувачів і інтеграції з додатковими підсистемами для обміну даними;
- принцип економії робочого часу - всі призначені для користувача інтерфейси системи повинні бути зрозумілі і виконані з метою мінімізації часу на введення даних в систему і обробку отриманої інформації.

Згідно з даними принципам система, що забезпечує роботу ОПР і експертів в рамках розробленої моделі, повинна:

- надавати доступ до зовнішньої інформації щодо необхідної задачі, до експертних оцінок і архівними даними за подібним завданням;
- проводити оцінку альтернатив в задачі вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури на різних рівнях деталізації і різних наборах критеріїв, в тому числі з урахуванням імовірнісних оцінок ризиків;
- забезпечувати зручний інтерфейс до всіх даних для всіх учасників процесу прийняття рішення;
- мати можливість збереження інформації про розрахунки і швидкого доступу до них;
- робити механізм порівняння альтернатив гнучким і прозорим;
- давати можливість готувати анкети і проводити опитування декількох експертів з різних складових характеристик якості і різних альтернативних варіантів;

- мати зрозумілий інтерфейс роботи з користувачем, що дає можливість надавати інформацію на всіх етапах роботи з системою в зрозумілому і зручному для сприйняття вигляді, включаючи різні таблиці, графіки, мультимедійні засоби;
- підтримувати індивідуальний і груповий режими роботи;
- бути спроектована у відповідність з концепцією СОА.

Крім цього слід зазначити, що в моделі функціонування системи повинна бути закладена можливість коригування всіх параметрів і критеріїв для розгляду різних варіантів альтернатив, в тому числі і неіснуючих.

Функціональна архітектура системи, спроектована у відповідність з вищеописаними вимогами і з окремими моделями СОА, представлена на рис. 3.4.

Дамо короткий опис функціональної структури ІТ-сервісів системи. ОПР і експерти працюють з усіма ІТ-сервісами Системи через інтерфейс користувача, який є клієнтом по відношенню до решти ІТ-сервісів. Формування нечіткої ієрархічної моделі інтегральної якості для альтернатив в задачі вибору ІТ-сервісів відбувається за допомогою сервісу роботи з деревом критеріїв якості. На кожному етапі обробки інформації через призначений для користувача інтерфейс за допомогою сервісу групової роботи здійснюється узгодження думок експертів і ОПР. Розрахунок власних значень матриці попарних порівнянь критеріїв проводиться за допомогою сервісу розрахунків за методом аналізу ієрархій, в якому повинна бути закладена можливість використання спрощених варіантів МАІ. За допомогою сервісу формування СОА-архітектури формуються множини бізнес-процесів, і ІТ-сервісів, оцінка яких проводиться за допомогою сервісу аналізу альтернатив і сервісу розрахунку сукупних витрат (ТСО). По завершенню кожного з етапів оцінки сформовані дані зберігаються в базі даних і бази моделей за допомогою сервісу обробки даних. Наступний доступ до збережених даних може здійснюватися за допомогою цього ж сервісу.

Процедура роботи з системою при формуванні критеріїв інтегральної якості альтернатив представлена на рис. 3.5. На першому кроці розробки критеріїв інтегральної якості альтернатив ОПР і експерти за допомогою призначеного для користувача інтерфейсу задають критерії, які обробляються сервісом групової роботи. Для забезпечення зручності і гнучкості роботи з деревом критеріїв необхідно забезпечити наочність представлення його структури у вигляді графа в інтерфейсі користувача.

Після збереження сформованої і затвердженої експертами і ОПР структури критеріїв інтегральної якості проводиться порівняння важливості критеріїв на кожному рівні ієрархії по одному з алгоритмів, описаних у другому розділі (метод аналізу ієрархій або покращений варіант МАІ).

За допомогою сервісу групової роботи на кожному етапі порівняння критеріїв затверджується підсумковий вид матриці попарних порівнянь. Далі за допомогою сервісу розрахунків по МАІ на основі матриці попарних порівнянь розраховується ваговий нормований вектор відносної важливості критеріїв. Отримані в результаті роботи даного сервісу, значення відносних ваг критеріїв, передаються назад в сервіс роботи з деревом критеріїв якості. Після того як всі відносні ваги критеріїв будуть розраховані, підсумковий ваговий граф інтегральної оцінки якості альтернатив буде сформований, його шаблон за допомогою сервісу обробки даних необхідно зберегти в базі моделей, а конкретну структуру критеріїв необхідно зберегти в базі даних.

На наступному кроці проводиться оцінка альтернатив в задачі вибору ІТ-сервісів в умовах СОА. Процедура підтримки даного процесу в рамках функціональної структури Системи, розробленої в даному дослідженні наведена на рис. 3.6. Побудову моделі альтернатив слід проводити у відповідності з моделлю, розробленою у другому розділі даної роботи. Першим кроком на цьому етапі є формування і затвердження бізнес-процесів $\{x_j\}, i = 1, 2, \dots, n$, експертами та ОПР через взаємодію між призначеним для користувача інтерфейсом системи і сервісів групової роботи. Після того як отриманий таким чином набір бізнес-процесів, підтримку яких необхідно реалізувати у

вихідній задачі, буде збережений в базі даних за допомогою сервісу обробки даних, необхідно переходити до формування набору альтернативних інформаційних систем $\{z_k\}, k = 1, 2, \dots, s$

Для кожної альтернативи z_k експертами описується набір ІТ-сервісів $\{y_j^*\}, j = 1, 2, \dots, m^*$, що входять в її поставку. Після того як для кожної системи z_k будуть описані всі бізнес процеси за допомогою сервісу групової роботи визначається кінцева множина всіх бізнес-процесів $\{y_j\}, j = 1, 2, \dots, m$. Далі експертами і ОПР проводиться групова оцінка мінімально допустимого рівня обслуговування для кожного бізнес процесу z_k , в результаті визначається множина вимог до якості обслуговування бізнес-процесів $\{\delta_i\}, i = 1, 2, \dots, n$.

Останнім кроком формування сервісної моделі альтернатив є прийняття спільного рішення експертами про оцінку рівня якості реалізації бізнес-процесів $\{x_i\}$ за допомогою ІТ-сервісів $\{y_j\}$. Дана оцінка здійснюється за допомогою сервісу підтримки групової роботи. Отримані в результаті даних оцінок значення формують нечітку множину $B = \{b_{ij}\}, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$

Отримані в результаті виконання описаних вище кроків, сервісна модель альтернативних систем і множина бізнес-процесів і вимог до якості їх обслуговування зберігаються в базі даних, а їх структура зберігається в базі моделей за допомогою сервісу обробки даних.

Описані вище процедури підтримки формування системи критеріїв інтегральної оцінки якості і сервісної моделі альтернатив і бізнес-процесів, дозволяють сформувані основні моделі даних, для вирішення завдання вибору способу придбання ІС.

Методики застосування розробленої моделі по вибору способу придбання ІС, наведена вище, визначає алгоритм щодо формування набору ІТ-сервісів і способів їх придбання.

Послідовність задіяння сервісів в рамках архітектури Системи, розробленої в даному дослідженні, наведена на рис. 3.7

На даному етапі на підставі сервісної моделі альтернатив і структури критеріїв якості в сервісі оцінки альтернатив відбувається оцінка кінцевих критеріїв вагового графа інтегральної якості альтернатив для кожного ІТ-сервісу. У процедурі оцінки беруть участь експерти і ОПР, групове рішення про значення кожного критерію приймається за допомогою сервісу групової роботи. На підставі результатів цієї оцінки для кожної альтернативи формується множина лінгвістичних нечітких оцінок кінцевих критеріїв графа інтегрального якості L_{jk}^* .

На наступному кроці за допомогою операторів агрегування критеріїв якості (2.22) проводиться розрахунок нечітких оцінок критеріїв для ІТ-сервісів на більш високому рівні ієрархії графа інтегрального якості. У розробленій нечіткої моделі інтегральної якості альтернатив визначено правила, за якими непевному трапецієподібні числа ставиться у відповідність нечітке лінгвістичне значення (2.13). Даний розрахунок необхідно здійснювати за допомогою сервісу аналізу альтернатив.

За допомогою сервісу аналізу альтернатив для кожного ІТ-сервісу під час агрегування оцінок якості критеріїв необхідно зберігати інформацію як про нечіткої кількісній оцінці, так і лінгвістичної оцінки. Збереження кількісної оцінки дозволить зменшити похибку оцінок критеріїв вищого рівня при виконанні операцій агрегування. Уявлення ж структури оцінок критеріїв в лінгвістичному поданні забезпечить наочність відображення результатів для ОПР і експертів.

В результаті агрегації оцінок критеріїв якості для кожної реалізації ІТ-сервісів буде отримана оцінка інтегрального якості реалізації кожного з ІТ-сервісу в рамках розглянутих альтернативних інформаційних систем. Таким чином, буде сформовано нечітка множина $D^Q = \{d_{jk}^Q\}, j = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, \dots, s$, елементи якого характеризують упевненість експертів і ОПР в рівні якості реалізації y_i -го ІТ-сервісу z_k -ою інформаційною системою. Слід зазначити, що з урахуванням вимог і принципів до функціонування Системі, які були розроблені в даній роботі в інтерфейсі користувача

необхідно закласти можливість подання інформації про оцінки критеріїв якості для кожного ІТ-сервісу на всіх рівнях ієрархії.

У відповідність з методикою оцінки альтернатив в сервісі аналізу альтернатив слід також закласти можливість повторного застосування інтегральної якості для оцінки різних ІТ-сервісів в рамках однієї і тієї ж інформаційної системи. На підставі даної вимоги в інтерфейсі користувача повинна бути передбачена можливість внесення змін в існуючу модель оцінки інтегральної якості ІТ-сервісів на кожному рівні ієрархії.

Наступним етапом оцінки альтернатив є спільне формування статей витрат по моделі сукупної вартості володіння (ТСО), якщо така модель вартості ще не сформована і не використовується ОПР для оцінок. За допомогою взаємодії в рамках сервісу групової роботи ОПР і експерти повинні визначити нечіткі оцінки статей витрат для кожної з розглянутих альтернатив. Далі за допомогою сервісу розрахунку ТСО визначаються сукупні витрати на володіння базової поставкою кожної з розглянутих інформаційних систем $\{c_k\}$, $k = 1, 2, \dots, s$. Після того як були визначені нечіткі оцінки базових поставок систем за допомогою сервісу аналізу альтернатив (і при необхідності сервісу розрахунку ТСО) формуються оцінки додаткових сукупних витрат для кожної реалізації ІТ-сервісу інформаційними системами. Отримане нечітка множина $D^c = \{d_{jk}^c\}$, $j = 1, 2, \dots, m$, $k = 1, 2, \dots, s$ зберігається за допомогою сервісу обробки даних для подальшого використання.

Останнім етапом виконання дій сервісами Системи є пошук найбільш ефективного варіанту реалізації бізнес-процесів за допомогою ІТ-сервісів, що надаються альтернативними системами. На першому кроці даного етапу в сервісі формування СОА архітектури будуються дві нечітких множини P^Q і P^C , за допомогою відображень $(B, D^Q) \rightarrow P^Q$ і $(B, D^C) \rightarrow P^C$. Елементи множин $\{p_{ik}^Q\}$ і $\{p_{ik}^C\}$, $i = 1, 2, \dots, n$, $k = 1, 2, \dots, s$ визначаються за допомогою формул (2.23) і (2.24). Отримані множини пар нечітких чисел (p_{ik}^Q, p_{ik}^C) аналізуються в сервісі побудови формування СОА архітектури. У відповідність з розробленою моделлю в сервісі формування СОА-архітектури

проводиться генерація множини поєднань стовпців матриці P (2.25). Далі за допомогою правил алгоритму (2.7) і (2.43) і (2.44) формується набір ІТ-сервісів, що відповідає вимогам щодо якості обслуговування бізнес-процесів і мінімізує сукупні витрати для всіх ІТ-сервісів.

Інтерфейс користувача повинен давати можливість ОНР і експертам взаємодіяти один з одним в інтерактивному режимі. Специфіка моделі, розробленої в даному дослідженні, визначає необхідність підтримки уявлення графа в діалоговому режимі з редагування для полегшення праці та забезпечення наочності при роботі зі структурою критеріїв інтегральної якості альтернатив і формування сервісної моделі альтернатив і бізнес-процесів. Крім цього, як вже зазначалося вище, в інтерфейсі користувача повинна бути закладена можливість зміни будь-яких даних (від структури критеріїв якості до значення оцінки кожного критерію окремого ІТ-сервісу) для того щоб забезпечити гнучкість порівняння альтернатив і надати ОНР змодельовати різні ситуації оцінки можливих значень критеріїв .

Сервіс роботи з деревом критеріїв якості повинен забезпечувати роботу з ієрархією критеріїв інтегральної якості альтернатив. Даний сервіс повинен взаємодіяти з іншими сервісами і проводити обробку та зберігання даних в уніфікованому форматі, який забезпечить незалежність представлення даних від алгоритмів їх обробки. Дана вимога сформульовано на підставі принципу інваріантності до роботи сервісів в рамках СОА-архітектури.

Вимоги до сервісу розрахунку за методом аналізу ієрархій визначаються моделлю вибору, розробленої в даній роботі. Основним завданням даного сервісу є розрахунок нормованого вектора відносних ваг для критеріїв одного рівня за допомогою алгоритмів, описаних в даній роботі. Вибір алгоритму (класичний метод аналізу ієрархій або його поліпшені модифікації) повинен визначати ОНР виходячи з міркування ефективності.

У сервісі формування СОА-архітектури повинні бути передбачені можливості для взаємодії з призначеним для користувача інтерфейсом таким чином, щоб на кожному

етапі у ОПР і експертів була можливість змінювати дані про оцінки альтернатив. Крім цього, даний сервіс повинен забезпечувати повнофункціональну підтримку виконання всіх розрахунків, пов'язаних з вибором оптимальної SOA-архітектури сервісів у відповідність до розробленої в дослідженні нечіткої моделлю.

Для сервісу розрахунку сукупних витрат (ТСО) вимоги визначаються на підставі розробленої нечіткої моделі вартості ІТ-сервісів. Даний сервіс повинен підтримувати роботу з шаблонами статей витрат, які можуть бути сформовані експертами, або можуть бути імпортовані з інших бізнес-систем компанії. Підтримка функціональності для математичних операцій над нечіткими числами визначається самою математичною моделлю оцінки сукупних витрат для ІТ-сервісів.

Вимоги до сервісу аналізу альтернатив можна сформулювати на підставі аналізу вимог до інших сервісів, які були розроблені в даному дослідженні. В першу чергу цей сервіс повинен забезпечувати можливість швидкого уніфікованого обміну даними з сервісом роботи з деревом критеріїв якості під час оцінки інтегральної якості альтернатив. Крім цього даний сервіс повинен підтримувати імпорт структури оцінок критеріїв якості для альтернатив на підставі вже розрахованих оцінок інтегрального якості інших альтернатив. Виконання цієї вимоги позбавить від багаторазового введення дублюються даних при оцінці критеріїв якості для ІТ-сервісів в рамках однієї інформаційної системи. Крім цього даний сервіс повинен обмінюватися даними з сервісом розрахунку ТСО в єдиному форматі, незалежно від способу подання нечітких чисел в моделі вартості. Сервіс аналізу альтернатив повинен також мати можливість одночасно працювати як лінгвістичними, так і з кількісними нечіткими оцінками якості альтернатив.

Принципи побудови сервісної архітектури та вимоги до роботи інших сервісів, сформульовані вище, однозначно визначають вимоги до сервісу обробки даних. Даний сервіс повинен взаємодіяти як з внутрішніми сервісами системи, так і з зовнішніми сховищами даних. Отже, уявлення даних має бути переносним незалежним. Інтерфейс

обміну бізнес-даними повинен дозволяти незалежно від мови програмування, платформи і фізичної віддаленості ІТ-сервісів, ефективно працювати зі структурами даних, що описують нечітку сервісну модель, розроблену в даному дослідженні. В якості такого формату даних рекомендується використовувати мову розмітки структурованих даних XML (extensible Markup Language). Застосування XML-даних для уніфікованого обміну в рамках SOA-архітектури обгрунтовано в [3] і [4]. Крім цього для завдання формування системи критеріїв інтегральної якості альтернатив використання мови XML для опису даних надає наступні переваги:

- а) представлення даних в форматі XML забезпечує незалежність опису даних від їх подання та алгоритмів обробки даних, що відповідає одному з вимог до функціонування Системи;
- б) зручність застосування мови XML для опису дерев і графів, що забезпечують швидкість і зручність роботи в рамках розробленої моделі;
- в) наявність метаданих в даній мові дає можливість розширювати опис структури даних і забезпечує гнучкість роботи з бізнес-об'єктами в XML-форматі;
- г) більшість сучасних бізнес-систем і сховищ даних підтримують XML-формат, що дає можливість швидкої інтеграції системи в поточну інфраструктуру компанії.

Розроблена в даному параграфі, сервісна архітектура системи однозначно визначає необхідний набір компонент по моделі SOA, що забезпечують повноцінну підтримку прийняття рішення при виборі способу придбання ІС. Вимоги до функціонування сервісів сформульовані на основі нечіткої моделі вибору, розробленої в даному дослідженні. Вимоги до моделі і формату даних відповідають концепції SOA і надають можливість підключення зовнішніх сервісів і джерел даних до функціонування системи.

Сервісна архітектура і вимоги до сервісів і моделі даних системи повністю відповідають тим принципам функціонування, які були сформульовані в даній роботі і

відповідають специфіці математичної моделі, що описує вибір способу придбання ІС. Опис сервісів і алгоритму прийняття рішення на кожному з етапів відповідають виконанню кроків по вибору ІТ-сервісів у відповідність з методичним інструментарієм, розробленим вище.

3.3 Висновок до розділу

В даному розділі розроблена методика вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури корпоративної інформаційної системи, що описує послідовність дій для оцінки та вибору ІТ-сервісів.

В рамках виконання кроків у відповідність із запропонованою методикою необхідно керуватися правилами розробки структури критеріїв якості та проведення інтегральної оцінки якості, застосування яких підвищує обґрунтованість прийнятих рішень.

Під час процедури вибору ІТ-сервісів необхідно застосовувати ієрархічний алгоритм спільно з методом гілок і меж, що дозволить прискорити вибір ІТ-сервісів, що реалізують необхідний рівень підтримки бізнес-процесів і мають мінімальну оцінку сукупних витрат на придбання і експлуатацію.

4 АПРОБАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИБОРУ ІТ-СЕРВІСІВ

Апробація розробленої нечіткої моделі для вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури була проведена в компанії ТОВ «CyberBionic Systematics».

4.1 Постановка завдання та аналіз ситуації

Компанія «CyberBionic Systematics» спеціалізується на впровадженні комплексних інформаційних рішень для електронного навчання. Ділове спілкування в даній компанії пов'язане з особливою складністю, оскільки вимагає від співробітників управління безліччю пристроїв і додатків, а також особистої взаємодії для ефективної підтримки зв'язку один з одним.

Керівництво компанії усвідомлює той факт, що робочий графік ключових співробітників вже не обмежується робочим часом, а триває, незважаючи на територіальні і часові межі. Дана обставина сильно ускладнює взаємодію і спільну роботу, тому що оперативність спілкування і швидкість відповіді на запити клієнтів істотно впливає на економічну ефективність діяльності співробітників. Оскільки все більше і більше співробітників переходить від роботи в основному офісі до роботи в будь-який час і в будь-якому місці, завдання своєчасного зв'язку з провідними співробітниками або ключовими людьми, що відповідають за прийняття рішень, ускладнюється. Завдання взаємодії, координації дій і спільного планування стала для компанії дуже актуальною. Крім цього актуальною проблемою на той момент залишалася необхідність модернізації корпоративної системи електронної пошти до необхідного рівня функціональності та відмовостійкості. Дана обставина також нерідко була причиною затримок реагування на запити клієнтів, що і послужило приводом для об'єднання цього в одну задачу пошуку необхідного інформаційного комплексу.

В результаті керівництвом компанії було поставлено завдання вибору інформаційних систем, які повинні були б забезпечити виконання наступних завдань:

- робота з електронною поштою (з необхідною функціональністю та рівнем якості обслуговування користувачів);
- спільне планування діяльності (з необхідною функціональністю та рівнем якості обслуговування користувачів);
- спільна робота співробітників компанії;
- взаємодія з клієнтами і партнерами компанії;

Обов'язковими умовами були також можливість віддаленого доступу через Інтернет і за допомогою мобільних пристроїв (мобільні телефони, планшети) до перерахованих вище функцій для всіх користувачів. Крім цього керівництвом була сформульована вимога високої доступності (в режимі 24/7) і надійності роботи ІТ-сервісів, що забезпечують дану функціональність. Крім цього керівництвом було висловлено побажання пошуку рішення, що вимагає мінімальних витрат протягом першого року використання даної системи.

В результаті аналізу всіх умов і вимог, які сформулювало керівництво до майбутньої інформаційної системи вийшов набір вимог, що визначають якість реалізації необхідної функціональності. Вимога до вартості визначило рівень обмежень і тип завдання - вибір варіанту, що мінімізує вартість при заданому рівні до якості обслуговування ІТ-сервісів. Аналіз отриманого набору вимог дозволив виділити наступні бізнес-процеси, які необхідні для підтримки за допомогою інформаційних систем:

- x_1 - робота з електронною поштою;
- x_2 - спільне планування;
- x_3 - спільна робота і взаємодія

Перераховані вище бізнес-процеси становлять множина $X = \{x_i\}$, $i = 1, 2, 3, 4$.

Як розглянутих альтернатив для реалізації необхідної функціональності було обрано такі:

- z_1 - Microsoft Exchange Server 2016 - інсталяція на локальні сервера компанії;

- z_2 - доступ до ІТ-сервісів Microsoft Exchange Server 2016 за моделлю SaaS через провайдера ІТ-сервісів Softline Services;
- z_3 - ІТ-сервіс корпоративної електронної пошти Gmail;
- z_4 - впровадження сервера електронної пошти NextMail;
- z_5 - застосування ІТ-сервісів Microsoft Windows Live для спільної роботи;
- z_6 - впровадження корпоративної системи взаємодії IBM Notes.

Дані альтернативи складають множину $Z = \{z_k\}, k = \overline{1,6}$.

Як видно серед альтернативних варіантів розглядалися наступні способи придбання ІС:

- поставка готового рішення;
- поставка платформи з подальшою самостійною доопрацюванням;
- оренда ІТ-сервісів;

Самостійна розробка, як і аутсорсинг розробки рішення в даному випадку не розглядалися, тому що необхідна функціональність є типовою, і на ринку вже є багато готових рішень і платформ. Крім цього, дані способи придбання ІС не розглядалися в завданні через бажання керівництва максимально прискорити термін запуску рішення в промислову експлуатацію в компанії, що було б неможливо в разі розробки системи «з нуля».

З точки зору сервісно-орієнтованого підходу кожна з розглянутих альтернатив надає наступні ІТ-сервіси:

- а) Microsoft Exchange Server 2016 (незалежно від способу придбання):
 - 1) Сервіс «Електронна пошта»;
 - 2) Сервіс «Календар»;
 - 3) Сервіс «Загальні папки»;
- б) Сервіс корпоративної електронної пошти Gmail:
 - 1) Сервіс «Електронна пошта»;
 - 2) Сервіс «Календар»;

- в) Сервер корпоративної електронної пошти «NextMail»
 - 1) Сервіс «Електронна пошта»;
- г) Сервіси Microsoft Windows Live для спільної роботи:
 - 1) Сервіс «Windows Live Spaces»;
 - 2) Сервіс «Календар»;
- д) IBM Notes:
 - 1) Сервіс «Електронна пошта»;
 - 2) Сервіси «Календар»;
 - 3) Сервіс «Спільна робота».

В результаті, множина всіх ІТ-сервісів $Y = \{y_j\}$, $j = \overline{1,5}$ складають наступні елементи:

- y_1 - ІТ-сервіс «Електронна пошта»;
- y_2 - ІТ-сервіс «Календар»;
- y_3 - ІТ-сервіс «Загальні папки»;
- y_4 - ІТ-сервіс «Windows Live Spaces»;
- y_5 - ІТ-сервіс «Спільна робота IBM Notes».

Після того як проведено аналіз ситуації та сформовані множини бізнес-процесів X , альтернативних інформаційних систем Z і ІТ сервісів Y , необхідно визначити критерії оцінки якості і провести аналіз альтернатив.

4.2 Побудова графа інтегральної якості для оцінки альтернатив

Наступним кроком вирішення поставленого завдання стала побудова графа критеріїв для оцінки інтегральної якості.

В якості основних критеріїв (або критеріїв першого рівня) у відповідність з розробленою моделлю розглядалися наступні:

- g_1 - функціональність,
- g_2 - надійність,

- g_3 - зручність використання,
- g_4 - ефективність,
- g_5 - супроводжуваність ,
- g_6 - портативність, мобільність.

Згідно з розробленою в роботі методикою для визначення відносної важливості критеріїв на кожному рівні підпорядкування був використаний метод послідовного порівняння критеріїв (3.4).

У додатку 1 наведено перелік всіх критеріїв, розроблених для оцінки інтегральної якості розглянутих альтернатив із зазначенням розрахованої відносної ваги даного критерію.

4.3 Аналіз альтернатив

В результаті експертної оцінки кожного з розглянутих ІТ-сервісів були отримані значення критеріїв інтегральної якості на кожному з рівнів. В рамках розробленої моделі в якості факторів впевненості розглядалися наступні критерії:

- g_{27} - відмовостійкість,
- g_{271} - кількість збоїв,
- g_{272} - підтримка режиму роботи,
- g_{273} - середнє період відновлення працездатності системи,
- g_{313} - швидкість доступу до основних функцій призначеного для користувача інтерфейсу,
- g_{321} - час навчання користувачів,
- g_{413} - кількість транзакцій в секунду,
- g_{5111} - методологія проектування і впровадження бізнес-процесів,
- g_{615} - інтеграція з офісними додатками.

Для зручності розрахунків оцінка інтегральної якості ІТ-сервісів проводилася в два етапи. Окремо проводилася оцінка функціональних характеристик для кожного ІТ-

сервісу в рамках кожної інформаційної системи, оцінка за іншими критеріями інтегральної якості проводилася для інформаційних систем в цілому. Дана процедура дозволила істотно спростити процес оцінки і альтернатив у зв'язку з тим, що характеристики описуються критеріями g_2, g_3, g_4, g_5 та g_6 є єдиними для всіх ІТ-сервісів в рамках кожної з розглянутих інформаційних систем. Наступним кроком - оцінювання загальної інтегральної споживчої якості для кожного з ІТ-сервісів.

Підсумкова оцінка інтегральної якості реалізації ІТ-сервісів кожної з альтернативних ІС представлена в таблиці 4.1. Детальна інформація про оцінку якості зі значеннями кожного з критеріїв для кожного ІТ-сервісу в рамках реалізації ІС наведена в додатку 2.

Лінгвістичні значення елементів, наведених в таблиці 4.1, формують множину $D^Q, |D^Q| = |5 \times 6|$.

Таблиця 4.1 - Інтегральна якість реалізації ІТ-сервісів інформаційними системами

ІТ-сервіс	Постачальник	Інтегральна оцінка якості
Електронна пошта	Microsoft Exchange Server 2016(SaaS)	$d_{11}^Q = \text{«Дуже високе»}$
Електронна пошта	Microsoft Exchange Server 2016 (локальна інсталяція)	$d_{12}^Q = \text{«Високе»}$
Електронна пошта	Gmail	$d_{13}^Q = \text{«Допустиме»}$
Електронна пошта	NextMail	$d_{14}^Q = \text{«Допустиме»}$
Електронна пошта	IBM Notes	$d_{16}^Q = \text{«Високе»}$
Календар	Microsoft Exchange Server 2016 (SaaS)	$d_{21}^Q = \text{«Дуже високе»}$
Календар	Microsoft Exchange Server 2016 (локальна інсталяція)	$d_{22}^Q = \text{«Дуже високе»}$
Календар	Microsoft Windows Live Services	$d_{25}^Q = \text{«Високе»}$
Календар	IBM Notes	$d_{26}^Q = \text{«Високе»}$

Продовження таблиці 4.1

ІТ-сервіс	Постачальник	Інтегральна оцінка якості
Загальні папки	Microsoft Exchange Server 2016(SaaS)	$d_{31}^Q = \text{«Допустиме»}$
Загальні папки	Microsoft Exchange Server 2016 (локальна інсталяція)	$d_{32}^Q = \text{«Допустиме»}$
Live Spaces	Microsoft Windows Live Services	$d_{45}^Q = \text{«Високе»}$
Спільна робота Lotus Notes	IBM Notes	$d_{56}^Q = \text{«Високе»}$

Оцінка вартості альтернатив відбувалася у відповідності з моделлю оцінки сукупних витрат на ІТ-сервіси. Найбільш істотними статтями витрат експертами були названі такі:

а) прямі витрати:

1) одноразові витрати:

- i. витрати на придбання обладнання (ПО);
- ii. закупівля ліцензій;

2) допрацювання ПЗ;

- i. витрати на впровадження та інтеграцію ПО;
- ii. витрати на навчання персоналу;

3) щорічні витрати:

- i. оплата праці обслуговуючого персоналу;
- ii. витрати на оновлення і підтримку устаткування і ПО;

б) навчання нових співробітників;

в) непрямі витрати:

1) простої, викликані непрацюючими ІТ-сервісами;

2) простої, викликані спробами користувачів самостійно розібратися в інтерфейсі ІТ-сервісів

Оцінка доданої вартості кожного ІТ-сервісу до базової вартості поставки ІС не проводилася. Результати оцінки статей сукупних витрат на ІС наведені в Додатку 2.

Результати проведення оцінки сукупних витрат для базових поставок інформаційних систем і додаткової вартості ІТ-сервісів наведені в додатку 3. На підставі даних оцінок були сформовані множини $C = \{c_k\}, k = 1, 2, 3$, і $D^C, |D^C| = |5 \times 6|$.

Далі, відповідно до розробленої в роботі методики, було сформовано вимоги до якості реалізації бізнес-процесів $\Delta = \{\delta_i\}, i = 1, 2, 3$.

Після того як були визначені вимоги до мінімального рівня обслуговування бізнес-процесів, було сформовано множину $B, |B| = |5 \times 6|$, яка описує впевненість експертів у тому, наскільки рівень якості ІТ-сервісів відповідає вимогам про рівень обслуговування для бізнес-процесів. Граф побудови даної множини представлений на рис. 4.1.

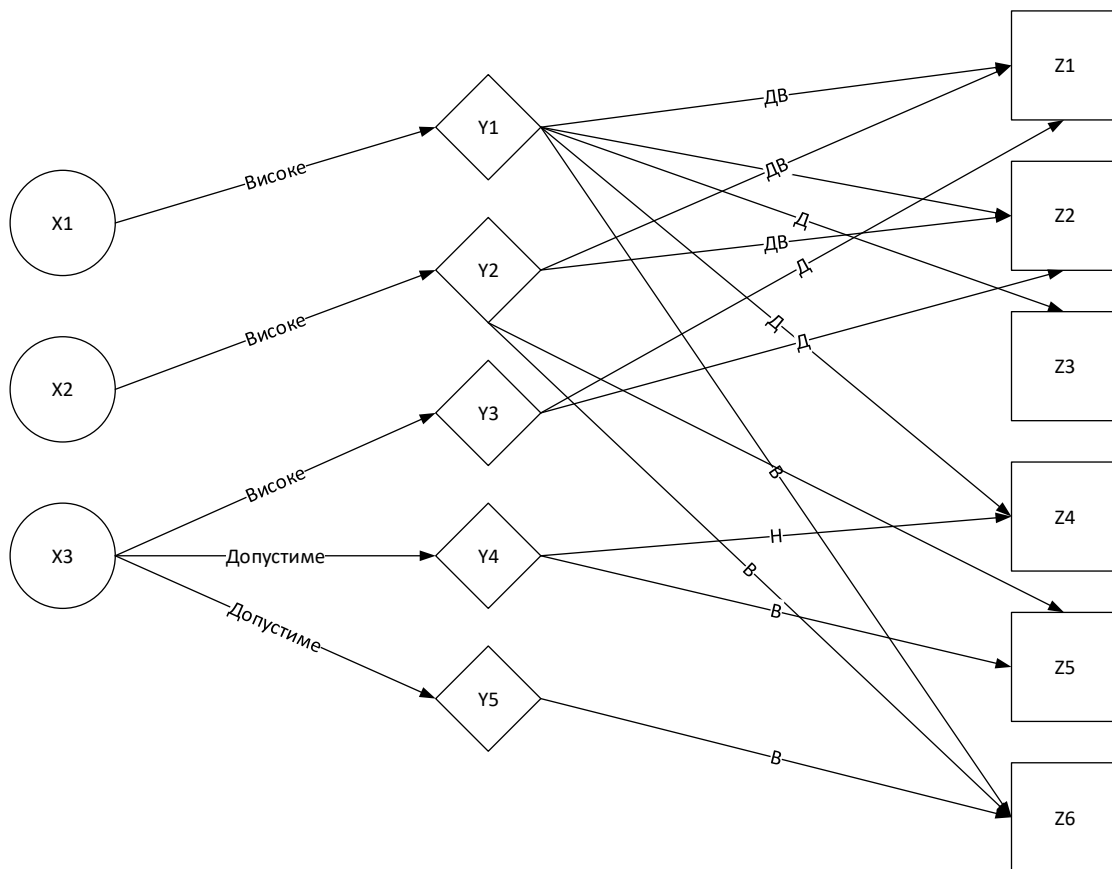


Рисунок 4.1 - Граф, що описує нечітку модель ІТ-сервісів

На даному графі кожна дуга визначає оцінку в рівні реалізації ІТ-сервісів і мінімальний рівень вимог до якості обслуговування ІТ-сервісів. Після цього на підставі формул (2.23) і (2.24) було отримано відображення множини бізнес-процесів на реалізацію їх підтримки за допомогою інформаційних систем, що описуються множинами $P^Q, |P^Q| = |3 \times 6|$, і $P^C, |P^C| = |3 \times 6|$.

Результуюча множина альтернатив, що доставляють необхідний рівень якості бізнес-процесів X :

- z_1 і z_5 , сукупні витрати: $LW(A_i > V_{opt}) = 0,676$, $LW(A_i > V_{pes}) = 0,389$,
 $LW^{gen}(A_i) = 0,618$;
- z_2 і z_5 , сукупні витрати: $LW(A_i > V_{opt}) = 0,637$, $LW(A_i > V_{pes}) = 0,267$,
 $LW^{gen}(A_i) = 0,563$;
- z_6 , сукупні витрати: $LW(A_i > V_{opt}) = 0,793$, $LW(A_i > V_{pes}) = 0,282$,
 $LW^{gen}(A_i) = 0,691$;

В результаті проведення розрахунків згідно з розробленою нечіткою моделлю вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури було отримано, що оптимальним набором є використання сервісів Microsoft Exchange Server 2016 (z_2) за моделлю SaaS спільно з сервісами Microsoft Windows Live (z_5). При проведенні оцінки ефективності застосування розроблених моделей і методик було отримано, що при виборі ІТ-сервісів тільки на підставі мінімальної оцінки сукупних витрат був би обраний набір сервісів z_3 і z_4 , що не задовольняє вимогам якості підтримки бізнес-процесів x_1 і x_2 . Якщо б вибір ІТ-сервісів проводився на підставі максимальної оцінки інтегральної якості підтримки бізнес-процесів, був би обраний набір сервісів z_1 і z_6 , при цьому сукупні витрати на придбання та експлуатацію даних ІТ-сервісів були б істотно вище, ніж у оптимального набору ІТ-сервісів. Таким чином розроблені моделі та інструменти вибору ІТ-сервісів дозволяють визначити набір ІТ-сервісів, відповідних необхідним рівням якості підтримки всіх бізнес-процесів та що мають мінімальну оцінку сукупних витрат на дані ІТ-сервіси за аналізований період (5 років).

4.4 Висновок до розділу

Апробація і оцінка ефективності розроблених моделей та інструментів відбувалася на прикладі рішення задачі вибору корпоративної системи взаємодії і комунікацій співробітників, партнерів і клієнтів компанії ТОВ «CyberBionic Systematics». В результаті проведення розрахунків було отримано, що оптимальним рішенням є віддалене використання ІТ-сервісів Microsoft Exchange 2016 спільно з сервісами для спільної роботи Windows Live.

Таким чином, застосування розроблених в дослідженні моделей та інструментарію дозволило сформувавши набір ІТ-сервісів, який відповідає необхідним рівням якості підтримки всіх бізнес-процесів і має мінімальну оцінку сукупних витрат на дані ІТ-сервіси за аналізований період (5 років).

5 СТАРТАП ПРОЕКТ

Розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап проекту для визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Проведення маркетингового аналізу передбачає виконання нижченаведених кроків.

5.1 Опис ідеї проекту

В межах підпункту слід проаналізувати та подати у вигляді таблиць:

- а) зміст ідеї (що пропонується).
- б) можливі напрямки застосування.
- в) основні вигоди, що може отримати користувач товару.
- г) чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників.

Перші три пункти подаються у вигляді таблиці (таблиця 5.1) і дають цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки.

Таблиця 5.1 - Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Автоматизація процесу багатокритеріального вибору та побудови ефективної архітектури інформаційної системи	1. Системи прийняття архітектурних рішень	1. Автоматизація процесу вибору архітектури
	2. Системи експертного оцінювання	2. Оптимізація часу експертного оцінювання
	3. Системи моделювання додатків	3. Врахування переваг і апріорної інформованості ОПР про можливу поведінку зовнішнього середовища, при оцінці факторів впевненості

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї (чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників) порівняно із пропозиціями конкурентів передбачає:

- визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї.
- визначення попереднього кола конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводиться збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку.
- проводиться порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначаються показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (таблиця 5.2) [5].

Таблиця 5.2 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

No п/п		(потенційні) товари/концепції конкурентів		
		Мій проект	Case-системи проектування програмного забезпечення	Системи експертного оцінювання
1	W слабка сторона	Потребує внесення даних про існуючі сервіси та їх характеристики до бази даних	Не автоматизує процес вибору сервісів серед множини альтернатив	Відсутня можливість асоціювання сервісів та бізнес-процесів між собою
2		Сумісна лише з сервіс-орієнтованими системами	Не враховує сукупних затрат на придбання	Потребує багато ручної роботи з формулами
3	N нейтральна сторона	Експерти можуть працювати в групах	Наються інструменти контролю проекту	Орієнтованість під конкретну компанію або продукт

Продовження таблиці 5.2

No п/п		(потенційні) товари/концепції конкурентів		
		Мій проект	Case-системи проектування програмного забезпечення	Системи експертного оцінювання
5	S сильна сторона	По завершенню кожного з етапів оцінки сформовані дані зберігаються в базі даних	Сприяють організації проекту у вигляді ієрархії рівнів абстракції	Можливо швидко масштабувати
		Гнучкий і прозорий механізм порівняння альтернатив	Виконують роль перевірки відповідності компонентів	Можливість гнучкої зміни критеріїв вибору
		Автоматизований процес розрахунку сукупних затрат на придбання та процес вибору альтернатив	Існує можливість генерації компонентів по графічному опису	

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту. Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (таблиця 5.3):

- а) за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту.
- б) чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/додати.
- в) чи доступні такі технології авторам проекту.

Таблиця 5.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Інтерфейс користувача	Мова програмування C#	Наявна	Умовна безкоштовно
2	Сервіс формування SOA-архітектури	Мова програмування C#	Відсутня	Відсутня
3	Сервіс аналізу альтернатив	Мова програмування C#	Відсутня	Відсутня
4	Сервіс роботи з деревом критеріїв якості	Мова програмування C#	Відсутня	Відсутня
5	Сервіс розрахунку ТСО	Мова програмування C#	Відсутня	Відсутня
6	Сервіс розрахунку по МАІ	Мова програмування C#	Відсутня	Відсутня
7	Сервіс підтримки групової роботи	Мова програмування C#	Наявна	Платна
8	Сервіс обробки даних	Мова програмування C#	Наявна	Умовна безкоштовно
9	Розширювана база даних	SQL, MS Server	Наявна	Умовна безкоштовно
<p>Висновок: проект реалізувати можливо. Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Компонентно-базованого проектування сервісно-орієнтованої архітектури ІС</p>				

За результатами аналізу таблиці робиться висновок щодо можливості технологічної реалізації проекту: так чи ні, а також технологічного шляху, яким це доцільно зробити (з поміж названих технологій обираються такі, що доступні авторам проекту та є наявними на ринку).

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Спочатку проводиться аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	10000 грн
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	50 %

Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку) порівнюється із банківським відсотком на вкладення. За умови, що останній є вищим, можливо, має сенс вкласти кошти в інший проект.

За результатами аналізу таблиці робиться висновок щодо того, чи є ринок привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Надалі визначаються потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Автоматизація процесу вибору оптимальної архітектури ІС на основі заданих критеріїв та потреб	Системи автоматизованого вибору та проектування архітектури ІС	Компанії заключають довготривалі договори, купують ліцензії, а невеликі стартапи віддають перевагу пробному терміну	стабільність роботи; невисока ціна; наявність випробувального періоду; наявність документації; підтримка необхідних платформ оптимізований час;

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (таблиці 5.6-5.7).

Надалі проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку. Аналіз пропозиції необхідно виконати аналізуючи існуючі види конкуренцій.

Таблиця 5.6 - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Підходить для нових проектів	Потребує визначеної структури бази даних	Імпорт схеми бази даних
2	Власний формат зберігання	При необхідності потрібно розробка сервісу преведення до визначеного формату	Додавання можливості автоматизованого експорту в різні типи сховищ, розробка додаткового ПЗ
3	Обмеженість функцій	Інструмент обмежений наявними функціями і не має деяких функцій, які мають конкуренти	Додавання нових функцій за потреби

Таблиця 5.7 - Фактори можливостей

Но п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Незалежність від предметної області	Можна використовувати для побудови архітектури будь-якої інформаційної системи	Швидка адаптація під вимоги клієнтів. Вихід на ринок як універсального продукту
2	Недоліки в існуючих альтернативах	Існуючі альтернативи або працюють повільно, або не враховують всі складові при побудові архітектури	Модифікація існуючих платформ

Аналіз пропозицій зображено на таблиці

Таблиця 5.8 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - монополія/олігополія/ монополістична/чиста	чиста	Прямі договори з стартапами, презентація продукту на виставках
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний/національний/...	національний	Публікація статей на міжнародних сайтах
3. За галузевою ознакою - міжгалузева/ внутрішньогалузева	внутрішньогалузева	Розвивати напрямки систем формування сценаріїв
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова - товарно-видова - між бажаннями	товарно-видова	Розповідати про свої переваги перед конкурентом у цій галузі
5. За характером конкурентних переваг - цінова / нецінова	нецінова	Надання функцій, які не надають конкуренти, оптимізація функцій, що мають конкуренти
6. За інтенсивністю - марочна/не марочна	марочна	Надання функцій, які не надають конкуренти, оптимізація функцій, що мають конкуренти

Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (таблиця 5.9).

На основі аналізу конкуренції, проведеного в п. 3.5 (таблиця 5.9), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (таблиця 5.2), вимог споживачів до товару (таблиця 6.5) та факторів маркетингового середовища (таблиця 5.6-5.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюється за таблицею 5.10

Таблиця 5.9 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
		Комплексне проектування архітектури інформаційної системи	Мінімізація витрат часу постачальників	Контроль якості	Лояльність споживачів
Висновки:	Визначити інтенсивність конкурентної боротьби з боку прямих конкурентів	Є можливості виходу на ринок, оскільки існуючі рішення не надають потрібних переваг	Постачальники підлаштовуються під ринок	Клієнти диктують вимоги згідно з умовами експлуатації	Обмеження для роботи на ринку через товари замінники

Таблиця 5.10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
	Повнофункціональна підтримка виконання всіх розрахунків, пов'язаних з вибором оптимальної СОА-архітектури сервісів	Існуючі конкуренти або не враховують всі процеси вибору сервісів для сервісно-орієнтованої системи, або виконують процес побудови не оптимально

За визначеними факторами конкурентоспроможності (таблиця 5.10) проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (таблиця 5.11)

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (таблиця 5.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (таблиця 5.11).

Таблиця 5.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

No п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з Database Generator (даним продуктом)						
			-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Повнофункціональна підтримка виконання всіх розрахунків, пов'язаних з вибором оптимальної СОА-архітектури сервісів	20							

Таблиця 5.12 - SWOT-аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <p>Актуальність користування системою, Потреба в автоматизованому інтерфейсі роботи з елементами моделі для ОПР і експертів Необхідність зберігання результатів проведених оцінок для формування бази знань з метою спрощення повторного використання Необхідність обміну даними з іншими системами в рамках системи управління на підприємстві</p>	<p>Слабкі сторони:</p> <p>Потребує масштабної рекламної компанії Орієнтація на інтернет, яка може відсіяти «не розвинутих» в технічному плані клієнтів</p>
---	---

Продовження таблиці 5.12

<p>Можливості: Можливе продовження розробки проекту, тому що технології не стоять на місці і постійно змінюються як і змінюється потреба в їх інтеграції. Систему можна використовувати на ринку стартаперів, надаючи зручний інструмент для швидкої реалізації MVP продукту</p>	<p>Загрози: Відсутність користувачів через погану рекламну компанію</p>
--	---

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Таблиця 5.13 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

No п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Орієнтація поточної моделі на ринок стартаперів	25 %	8 год

Продовження таблиці 5.13

2	Орієнтація поточної моделі на ринок державних установ	20 %	72 год
3	Орієнтація поточної моделі на ринок ентерпрайз	35 %	40 год
4	Переорієнтація на розробку серверної частини	75 %	120 год
5	Переорієнтація на клієнтську-розробку	45 %	96 год

Альтернатива, де отримання ресурсів є більш простим та ймовірним – №4 «Переорієнтація на розробку серверної частини», що становить 75 відсотків. Це значення перевищує інші альтернативи.

Альтернатива, де строки реалізації є більш стислими – №3 «Орієнтація поточної моделі на ринок ентерпрайз». Терміни реалізації в цьому разі становлять 40 годин.

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (таблиця 5.14).

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) автори ідеї обирають цільові групи, для яких вони пропонуватимуть свій товар, та визначають стратегію охоплення ринку [6].

Таблиця 5.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Стартапери	Готові	Високий	Висока	Просто
2	Державні установи	Потребують довгих переговорів	Середній	Середня	Складно
3	Ентерпрайз	Потребують недовгих переговорів	Високий	Висока	Помірно
Які цільові групи обрано: ентерпрайз					

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформуванати базову стратегію розвитку (таблиця 5.15).

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 5.15 - Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
Орієнтація поточної моделі на ринок великих ІТ-компаній	Стратегія концентрованого маркетингу	Великі компанії потребують швидкості розробки, яку надає продукт за рахунок автоматизації вибору сервісно-орієнтованої архітектури за заданими критеріями	Стратегія спеціалізації (спирається на диференціацію)

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища.

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця 5.16).

Таблиця 5.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів	Чи буде компанія копіювати основні характеристики конкурента	Стратегія конкурентної поведінки
Ні	Шукати нових споживачів, забирати існуючих у конкурентів	Ні	Стратегія заняття конкурентної ніші

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 5), а також в залежності від обраної базової стратегії

розвитку (таблиця 5.15) та стратегії конкурентної поведінки (таблиця 5.16) розробляється стратегія позиціонування (таблиця 5.17), що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 5.17 - Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1. Якість 2. Захищеність 3. Зручність інтерфейсу 4. Простота та зручність 5. Масштабованість 6. Комплексність рішення 7. Наявність методик роботи з системою 8. Динаміка розвитку продукту 9. Надійність ПО 10. Можливість інтеграції 11. Налаштування своїми силами 12. Ціна	Стратегія спеціалізації	1. Цінова перевага. 2. Передова технологія, новаторське рішення. 3. Зручність інтерфейсу. 4. Масштабованість системи. 5. Можливість інтеграції.	1. Підвищення обсягів продажів. 2. Оптимізація закупок. 3. Задоволений клієнт.

5.5 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Для цього у таблиці 5.18 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Пришвидшення оптимальності роботи алгоритму	Побудова оптимальної за заданими критеріями сервісно-орієнтованої архітектури	Конкуренти або не враховують всіх аспектів проектування архітектури або не мають інструментів втручання в процес підбору сервісів

Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару: уточнюється ідея продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (таблиця 5.19).

М/Нм – монотонні або немонотонні;

Вр/Тх/Тл/Е/Ор – вартісні, технічні, технологічні, ергономічні або органолептичні (останній – для продуктів харчування)

Таблиця 5.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Товар представляє собою програмний комплекс з декількох програмних артефактів, що інтегруються між собою, клієнтськими системами та базами даних
II. Товар у реальному виконанні	Якість: стандарти, нормативи, параметри тестування тощо
	Програмні артефакти поставляються запакованими в архіви .exe та як ліцензійний ключ доступу до веб-ресурсів.

Продовження таблиці 5.19

Рівні товару	Сутність та складові
III. Товар із підкріпленням	До продажу: відбувається інсталяція та конфігурування системи, проводяться тренінги для клієнта

	Після продажу: відбувається підтримка програмного забезпечення та його допрацювання за потреби клієнта
Програмні артефакти розповсюджуються з вбудованою ліцензією, також можливе патентування методів та алгоритмів	

Після формування маркетингової моделі товару слід особливо відмітити – чим саме проект буде захищено від копіювання.

Захист може бути організовано за рахунок захисту ідеї товару (захист інтелектуальної власності), або ноу-хау, чи комплексне поєднання властивостей і характеристик, закладене на другому та третьому рівнях товару [7].

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (таблиця 5.20).

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (таблиця 5.21):

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту).
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту.
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.20 - Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	3000...25000 грн	2500...30000 грн	250000...500000 грн	1000...20000 грн

Таблиця 5.21 - Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Клієнт повинен надаватися в режимах «тріал» та «повний». Оплата після закінчення випробувального строку	Легкість в встановленні, легкість в сплаті послуг	Веб-сайт	Проводити збут силами посередника в великих ІТ-компаніях

Таблиця 5.22 - Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Купляють програми через авторизовану мережу	Веб-сайти	Проектування сервісно-орієнтованої архітектури	Довести, що програмний продукт дозволяє оптимізувати процес проектування архітектури	Проектування сервісно-орієнтованої архітектури

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (таблиця 5.22).

5.6 Висновок до розділу

В цьому розділі було проведено маркетинговий аналіз з метою визначення можливості та доцільності ринкової комерціалізації інформаційної технології багатокритеріального вибору та побудови ефективної архітектури інформаційної системи.

Результати дослідження свідчать про можливість ринкової комерціалізації, що обґрунтовується позитивною динамікою нового, ще не до кінця сформованого, ринку, потенціал якого досить значний, судячи з західних більш розвинутих ринків.

При побудові маркетингової компанії варто спиратися на прямий канал збуту нульового рівня, та висвітлювати ефективність рішень такого роду, унікальність рішення та значущість впровадження для встановлення конкурентної переваги, а також на швидке та легке впровадження та інтеграцію.

Підсумок маркетингового аналізу вказує на доцільність подальшої реалізації проекту.

ВИСНОВКИ

В результаті роботи над магістерською дисертацією було проведено аналіз проблеми проектування архітектури інформаційної системи підприємства, що з кожним днем стає складнішою. В ході аналізу було виявлено основні труднощі та елементи невизначеності, що виникають при виборі компонентів ІС. Для врахування невизначеностей, що виникають в процесі оцінки та вибору ІТ-сервісів, запропоновано використання математичного апарата нечітких чисел.

Для оцінки інтегральної споживчої якості ІТ-сервісів розроблено нечітку модель, що описується графом критеріїв і нечіткими шкалами оцінки даних критеріїв. Застосування методу аналізу ієрархій дозволяє проводити розрахунок критеріїв на підставі значення оцінок за критеріями з підлеглих вершин графа. Розрахунок узагальненого критерію проводиться на підставі припущення про порівняльну перевагу можливих значень цього критерію, а також на підставі оцінки ОПР, рівня песимізму-оптимізму щодо можливих ситуацій.

На основі моделі сукупної вартості володіння, побудована модель нечіткої оцінки сукупних витрат на ІТ-сервіси, що описує кожну статтю витрат у вигляді нечіткого трапецієподібного числа. У даній моделі оцінка сукупних витрат на ІТ-сервіс описується як сума витрат на володіння базовим постачанням інформаційної системи, в складі якої реалізується ІТ-сервіс, і додаткових сукупних витрат на придбання і експлуатацію ІТ-сервісів.

Застосування нечіткої моделі вибору ІТ-сервісів дозволяє здійснювати пошук ІТ-сервісів, що реалізують підтримку бізнес-процесів з мінімальними сукупними витратами на придбання і експлуатацію даних ІТ-сервісів.

Реалізація алгоритму пошуку оптимального набору ІТ-сервісів здійснена за допомогою ієрархічного алгоритму генерації сполучень і застосування до нього методу гілок і меж.

Як результат роботи, була розроблена методика вибору ІТ-сервісів в умовах сервісно-орієнтованої архітектури корпоративної інформаційної системи, що описує послідовність дій для оцінки та вибору ІТ-сервісів. В рамках виконання кроків у відповідність із запропонованою методикою необхідно керуватися правилами розробки структури критеріїв якості та проведення інтегральної оцінки якості, застосування яких підвищує обґрунтованість прийнятих рішень.

Підтвердження роботи запропонованої методики було проведено на прикладі рішення задачі вибору корпоративної системи взаємодії і комунікацій співробітників, партнерів і клієнтів компанії ТОВ «CyberBionic Systematics». Що дозволило сформулювати набір ІТ-сервісів, який відповідає необхідним рівням якості підтримки всіх бізнес-процесів і має мінімальну оцінку сукупних витрат на дані ІТ-сервіси за аналізований період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chung , do Prado Leite. On Non-Functional Requirements in Software Engineering // Conceptual Modeling: Foundations and Applications. 2009. Vol. 5600.
2. Ногін В.Д. Спрощений варіант методу аналізу ієрархій на основі нелінійної згортки критеріїв // ЖВМиМФ, 2004.
3. Arsanjani A., Ghosh S., Allam A., Abdollah T., Ganapathy S., Holley K. SOMA: A method for developing service-oriented solutions // IBM Systems Journal, Vol. 47, 2008.
4. Garlan D., Shaw M. An introduction to software architecture // In: Advances in Software Engineering and Knowledge Engineering / Ed. by Ambriola V., Tortora G. Singapore: World Scientific Publishing Company, 1993.
5. Hausmann J.H., Heckel R. Detection of Conflicting Functional Requirements in a Use Case-Driven Approach - A static analysis technique based on graph transformation. ICSE, 2002.
6. Ногін В.Д. ПРИЙНЯТТЯ рішень в многокритеріальній середовищі: кількісний підхід. М.: Фізматліт, 2002.
7. Niemelä E. Strategies of Product Family Architecture Development // In: Software Product Lines. 2005.
8. Faingloz L., Savrasov M., Fyodorov S., Leibenzо B., Sadovnikova Y. Use of simulation modelling for support of decision making for the purpose of introducing new product to the market. In Proceedings of the Conference 'Reliability and Statistics in Transportation and Communication. Riga: TTI, 2009.
9. Clements , Kazman , Klein M. Evaluating Software Architectures: Methods and Case Studies. Addison-Wesley Professional, 2001.
10. Post H., Sinz C., Merz F., Gorges , Kropf T. Linking Functional Requirements and Software Verification, in Requirements Engineering. Los Alamitos: IEEE International Conference, 2009.
11. Kazman R., Bass L., Abowd G., Webb M. SAAM: A Method for Analyzing the Properties of Software Architectures 1994.

12. Klein , Kazman R., Asundi J. Quantifying the costs and benefits of architectural decisions // 23rd International Conference. 2001. pp. 297-306.
13. Babar M.A., Zhu L., Jeffery R. A Framework for Classifying and Comparing Software Architecture Evaluation // Australian Software Engineering Conference (ASWEC). 2004. Vol. 2004.
14. Zhang P., Muccini H., Li B. A classification and comparison of model checking software architecture techniques // Journal of Systems and Software, Vol. 83, 2010.
15. Al-Naeem , Gorton I., Babar M.A., Rabhi F., Benatallah B. A quality-driven systematic approach for architecting distributed software applications // 27th international conference on Software engineering. 2005.
16. Henningsson K., Wohlin C. Understanding the Relations between Software Quality Attributes - A Survey Approach // 12th International Conference for Software Quality. Ottawa. 2002.
17. van Hee K.M., van der Toorn R.A., van der Woude J. A framework for component based software architectures // In: Software Architectures for Business Process Management / Ed. by van der Aalst W.M.P., Desel , Kaschek R. Heidelberg. 1999.
18. Szyperski C. Component Software: Beyond Object-Oriented Programming. Reading: Addison-Wesley, 1998.
19. Bennett H.K., Rajlich T.V. Software maintenance and evolution: a roadmap // Conference on The Future of Software Engineering. New York. 2000.
20. Clements P., Bass L. The Business Goals Viewpoint // IEEE Software, Vol. vol. 27, Nov.-Dec 2010.
21. Leffingwell D., Widrig D. Managing software requirements: A Use Case Approach. Boston: Addison-Wesley, 2003.
22. Кофман А. Введення в теорію нечітких множин. М.: Радио и связь.
23. Ухоботов В.И. Введення в теорію нечітких множин та її застосування. Челябинск: УрСЭИ АТ и СО, 2005.
24. Саати Т. Прийняття рішень. Метод аналізу ієрархій. Радіо і зв'язок, 1989.
25. Саати Т. Математичні моделі конфліктних ситуацій. М.: Рад. радіо, 1977.

26. Трухаєв Р.І. Моделі прийняття рішень в умовах невизначеності. М.: Наука, 1981.
27. Дік В.В. ІТ-стратегія як інструмент зворотного зв'язку в розвитку бізнесу // Прикладна інформатика, 2009.

ДОДАТОК А

Критерії інтегральної якості g

- g_1 - функціональність - 0,25
 - g_{11} - Робота з електронною поштою (тільки для сервісів у₁)
 - g_{111} - Робота з листами - 0,4
 - g_{1111} - Підтримка папок - 0,2
 - g_{1112} - Категорії для листів - 0,2
 - g_{1113} - Підтримка режиму перенесення (drag and drop) для вкладень - 0,2
 - g_{1114} - Пошук по темі і змісту листів - 0,3
 - g_{1115} - Підписи листів - 0,1
 - g_{112} - Робота з контактами - 0,2
 - g_{1121} - Різні варіанти зберігання інформації про контакти - 0,1
 - g_{1122} - Підтримка фотографій користувачів - 0,2
 - g_{1123} - Імпорт-експорт контактів - 0,3
 - g_{1124} - Рекомендовані контакти - 0,1
 - g_{1125} - Підтримка електронних візиток - 0,1
 - g_{1126} - Обробка дублюються контактів - 0,2
 - g_{113} - Боротьба зі спамом - 0,2
 - g_{1131} - Фільтрація з'єднання - 0,2
 - g_{1132} - Фільтрація відправника і одержувача - 0,2
 - g_{1133} - Фільтрація інформаційного повідомлення - 0,2
 - g_{1134} - Перевірка репутації відправника - 0,2
 - g_{1135} - Фільтрація вкладень - 0,2
 - g_{114} - Автоматизація рутинних операцій - 0,2
 - g_{1141} - Авто відповідь на листи - 0,2
 - g_{1142} - Автоматична архівація листів - 0,1
 - g_{1143} - Фільтр для листів - 0,1
 - g_{1144} - Автоматичні правила обробки піш ~ 0; 3 "
 - g_{1145} - Перевірка орфографії - 0,3
- g_{12} - Планування (тільки для сервісів у₂)
 - g_{121} - Ведення календарів - 0,3
 - g_{1211} - Зовнішній вигляд календаря - 0,1
 - g_{1212} - Створення повторюваних подій в календарі - 0,15
 - g_{1213} - Установка нагадувань для подій - 0,15

- g₁₂₁₄ - Підтримка додатків в подіях календаря -0,1
- g₁₂₁₅- Можливість віддаленого доступу до календаря -0,2
- g₁₂₁₆ - Одночасна робота з декількома календарями - 0,3
 - g₁₂₁₆₁ - Підтримка декількох календарів для одного користувача - 0,3
 - g₁₂₁₆₂ - Перегляд подій з декількох календарів - 0,4
 - g₁₂₁₆₃ - Можливість розподілу доступу до окремих подій в рамках календаря - 0,3
- g₁₂₂ - Взаємодія в рамках спільного планування -0,4
 - g₁₂₂₁ - Узгодження часу зустрічі між кількома учасниками - 0,2
 - g₁₂₂₂ - Перегляд розкладу - 0,2
 - g₁₂₂₃ - Планування завантаження корпоративних ресурсів (переговорні, пристрої та ін.) - 0,2
 - g₁₂₂₄ - Публікація календаря в Інтернет для загального доступу- 0,2
 - g₁₂₂₅ - Делегування доступу до календаря - 0,2
- g₁₂₃ - Ведення завдань - 0,3
 - g₁₂₃₁ - Прогрес виконання завдань - 0,2
 - g₁₂₃₂ - Підтримка категорій завдань - 0,2
 - g₁₂₃₃ - Створення завдань на основі листів - 0,2
 - g₁₂₃₄ - Кілька рівнів нагадувань для задач 0,2
 - g₁₂₃₅ - Різні уявлення для списку завдань 0,2
- g₁₃ - Спільна робота (тільки для сервісів уз, у4, Уз)
 - g₁₃₁ - Сховище електронних документів - 0,5
 - g₁₃₁₁ - Зберігання будь-яких обсягів документів - 0,1
 - g₁₃₁₂ - Підтримка версійності документів - 0,3
 - g₁₃₁₃- Гнучка система управління правами на документи і папки документів - 0,1
 - g₁₃₁₄ - Узгодження документів - 0,15
 - g₁₃₁₅ - Спільна робота над документами - 0,2
 - g₁₃₁₆ - Редагування документів без встановленого на комп'ютері пакету MS Office 0,2
 - g₁₃₂ - Корпоративний портал - 0,3
 - g₁₃₂₁ - Вузли для проектів і розподілених команд 0,15
 - g₁₃₂₂ - Сайти і шаблони для робочих груп - ОД 5
 - g₁₃₂₃ - Окремі вузли для подій і заходів 0,1
 - g₁₃₂₄ - Налаштування подання для списків даних - 0,2
 - g₁₃₂₅ - Налаштування прав доступу - 0,2

- g_2 - безпека, надійність - 0, 2
 - g_{21} - розмежування прав доступу - 0,2
 - g_{22} - Захист даних від несанкціонованого доступу -0,1
 - g_{23} - Захист даних від навмисного видалення -0,1
 - g_{24} - Безпека, що впливає зі специфіки компанії -0,2
 - g_{25} - Наявність систем резервного копіювання і відновлення даних-0,1
 - g_{26} - Управління доступом -0,15
 - g_{261} - Авторизація доступу - 0,25
 - g_{262} - Динамічні правила зміни прав доступу - 0,1
 - g_{263} - Ведення архівів роботи користувачів - 0,25
 - g_{264} - Аудит зміни даних - 0,25
 - g_{265} - Робота по шифрованим каналах передачі даних 0,15
 - g_{27} - Отказоустойчивость - 0,15
 - g_{271} - Кількість збоїв - 0,3
 - g_{272} - Підтримка режиму роботи 24/7 - 0,3
 - g_{273} - Середнє період відновлення працездатності системи - 0,4
- g_3 - зручність використання - 0,15
 - g_{31} - Інтерфейс користувача-0,6
 - g_{311} - Зручність роботи - 0,2
 - g_{312} - Уніфікована робота з різними функціями і модулями - 0,3
 - g_{313} - Швидкість доступу до основних функцій - 0,2
 - g_{314} - Можливість настройки призначеного для користувача інтерфейсу - 0,3
 - g_{32} - Обуненіеллодержкалоользователя - 0,4-
 - g_{321} - Час навчання користувачів - 0,4
 - g_{322} - Центри навчання і підтримки користувачів в Україні - 0,2
 - g_{323} - Керівництво користувача українською мовою - 0,2
 - g_{324} - Відео -курси і інтерактивні посібники по роботі з системою - 0,2
- g_4 - ефективність - 0,1
 - g_{41} - Кількісні характеристики-0,4
 - g_{411} - Кількість підтримуваних користувачів в системі - 0,3
 - g_{412} - Кількість одночасно працюючих користувачів - 0,3
 - g_{413} - Кількість транзакцій в секунду - 0,2
 - g_{414} - Середній обсяг місця на жорсткому диску по відношенню до одного об'єкту даних - 0,2
 - g_{42} - Вимоги до апаратного забезпечення -0,3

- g₄₃ - Безпека при одночасній зміні даних різними користувачами -0,3
- g₅ - супроводжуване ^ - 0,1
 - g₅₁ - Методологія впровадження вендора -0,3
 - g₅₁₁ - Засоби впровадження та адаптації системи
 - g₅₁₁₁ - Методологія проектування та впровадження бізнес-процесів - 0,8
 - g₅₁₁₂ - Референтні моделі за типами виробництва 0,2
 - g₅₂ - Досвід роботи вендора в Україні -0,7
 - g₅₂₁ - Характеристика впроваджень - 0,5
 - g₅₂₁₁ - Кількість повномасштабних впроваджень в Україні-0,5
 - g₅₂₁₂- Присутність на українському ринку - 0,2
 - g₅₂₁₃ - Відгуки про результати впровадження - 0,3
 - g₅₂₂- Локалізація призначеного для користувача інтерфейсу - 0,1
 - g₅₂₃- Наявність центру підтримки в Україні - 0,1
 - g₅₂₃₁ - Навчання користувачів - 0,5
 - g₅₂₃₂ - Наявність в Україні сертифікованих фахівців - 0,5
 - g₅₂₄ - Підтримка вимог українського законодавства - 0,1
 - g₅₂₅ - Програмний продукт - власність центру локалізації та підтримки - 0,1
 - g₅₂₆ - Наявність вихідних кодів програмного продукту на території України - 0,1
- g₆ - переносимість, мобільність - 0,2
 - g₆₁ - Інтеграція з іншими системами -0,3
 - g₆₁₁ - Відкрита системна архітектура - 0,2
 - g₆₁₂ - Програми імпорту-експорту даних - 0,3
 - g₆₁₃ - Наявність OLAP - 0,1
 - g₆₁₄ - єдине середовище CAD / CAM - 0,1
 - g₆₁₅ - Інтеграція з офісними додатками - 0,3
 - g₆₂ - Інтеграція даних -0,4
 - g₆₂₁ - Підтримка різних форматів інтеграції-0,1
 - g₆₂₂ - Цілісність даних - 0,1
 - g₆₂₃ - Віддалений доступ до даних - 0,2
 - g₆₂₄ - Одноразовий введення даних в систему - 0 , 1
 - g₆₂₅ - Підтримка посилавальних типів даних - 0,2
 - g₆₂₆ - Зв'язок із зовнішніми джерелами даних - 0,1
 - g₆₂₇ - Інтеграція з офісними додатками на рівні обміну даними - 0,2
 - g₆₃ -Масштабування -0,3

- g₆₃₁ - Розподілена робота - 0,3
- g₆₃₂ - Підтримка реплікації серверів - 0,25
- g₆₃₃ - Можливість розподілу обчислювальних задач і балансування навантаження на сервери - 0,35
- g₆₃₄ - Кількість підтримуваних СУБД - 0,1

ДОДАТОК Б

Таблиця оцінки інтегральної якості для інформаційних сервісів на підставі оцінок основних факторів якості

Критерії/ Сервіси	G (інтегральний)	g1	g2	g3	g4	g5	g6
y11	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Дуже висока	Висока	Дуже висока
y12	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Дуже висока	Висока
y13	Допустима	Низька	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима
y14	Допустима	Низька	Низька	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима
y16	Висока	Висока	Висока	Висока	Дуже висока	Висока	Висока
y21	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Дуже висока	Висока	Дуже висока
y22	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока	Дуже висока	Дуже висока
y25	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока
y26	Висока	Висока	Дуже висока	Висока	Дуже висока	Висока	Висока
y31	Допустима	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Дуже висока	Висока	Дуже висока
y32	Допустима	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока	Дуже висока	Дуже висока
y45	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока
y56	Висока	Допустима	Дуже висока	Висока	Дуже висока	Висока	Висока

Таблиця значень для оцінок фактора функціональності для інформаційних сервісів
«Електронна пошта»

	Сервіси	y11	y12	y13	y14	y16
Критерії	Значимість					
g11		Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока
g111	0,4	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока
g1111	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Дуже низька	Допустима
g1112	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Дуже низька	Висока
g1113	0,2	Висока	Висока	Дуже низька	Дуже низька	Висока
g1114	0,3	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока
g1115	0,1	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Дуже низька	Дуже висока
g112	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока
g1121	0,1	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Низька	Висока
g1122	0,2	Висока	Висока	Дуже низька	Дуже низька	Допустима
g1123	0,3	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Низька
g1124	0,1	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Дуже низька	Допустима
g1125	0,1	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Низька	Висока
g1126	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Дуже висока	Дуже висока
g113	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока
g1131	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Дуже низька	Допустима
g1132	0,2	Висока	Висока	Низька	Допустима	Низька
g1133	0,2	Висока	Висока	Дуже низька	Низька	Допустима
g1134	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Дуже низька	Низька
g1135	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Низька	Допустима
g114	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Допустима	Висока
g1141	0,2	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Висока
g1142	0,1	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Допустима	Висока
g1143	0,1	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Допустима
g1144	0,3	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Допустима
g1145	0,3	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока

Таблиця значень для оцінок фактора функціональності для інформаційних сервісів «Календар»

	Системи	y21	y22	y25	y26
Критерії	Значимість				
g12		Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока
g121	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока
g1211	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Низька
g1212	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Допустима
g1213	0.2	Висока	Висока	Допустима	Висока
g1214	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Допустима
g1215	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока
g1216	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Висока
g12161	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока
g12162	0.4	Висока	Висока	Дуже висока	Висока
g12163	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька
g122	0.4	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Низька
g1221	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Низька
g1222	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька
g1223	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Допустима
g1224	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима
g1225	0.2	Висока	Висока	Допустима	Низька
g123	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока
g1231	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Допустима
g1232	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока
g1233	0.2	Допустима	Допустима	Висока	Висока
g1234	0.2	Висока	Висока	Висока	Висока
g1235	0.2	Висока	Висока	Висока	Висока

Таблиця значень для оцінок фактора функціональності для інформаційних сервісів «Сервіси Live» та «Спільна робота»

	Системи	y31	y32	y45	y56
Критерії	Значимість				
g13		Дуже низька	Дуже низька	Висока	Допустима
g131	0.5	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Допустима
g1311	0.1	Дуже низька	Дуже низька	Допустима	Дуже низька
g1312	0.3	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Допустима
g1313	0.1	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Низька
g1314	0.2	Дуже низька	Дуже низька	Допустима	Низька
g1315	0.2	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Допустима
g1316	0.2	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Дуже низька
g132	0.3	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Допустима
g1321	0.2	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Висока
g1322	0.2	Дуже низька	Дуже низька	Допустима	Допустима
g1323	0.1	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Допустима
g1324	0.2	Дуже низька	Дуже низька	Допустима	Висока
g1325	0.4	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Допустима
g133	0.2	Дуже низька	Дуже низька	Допустима	Допустима

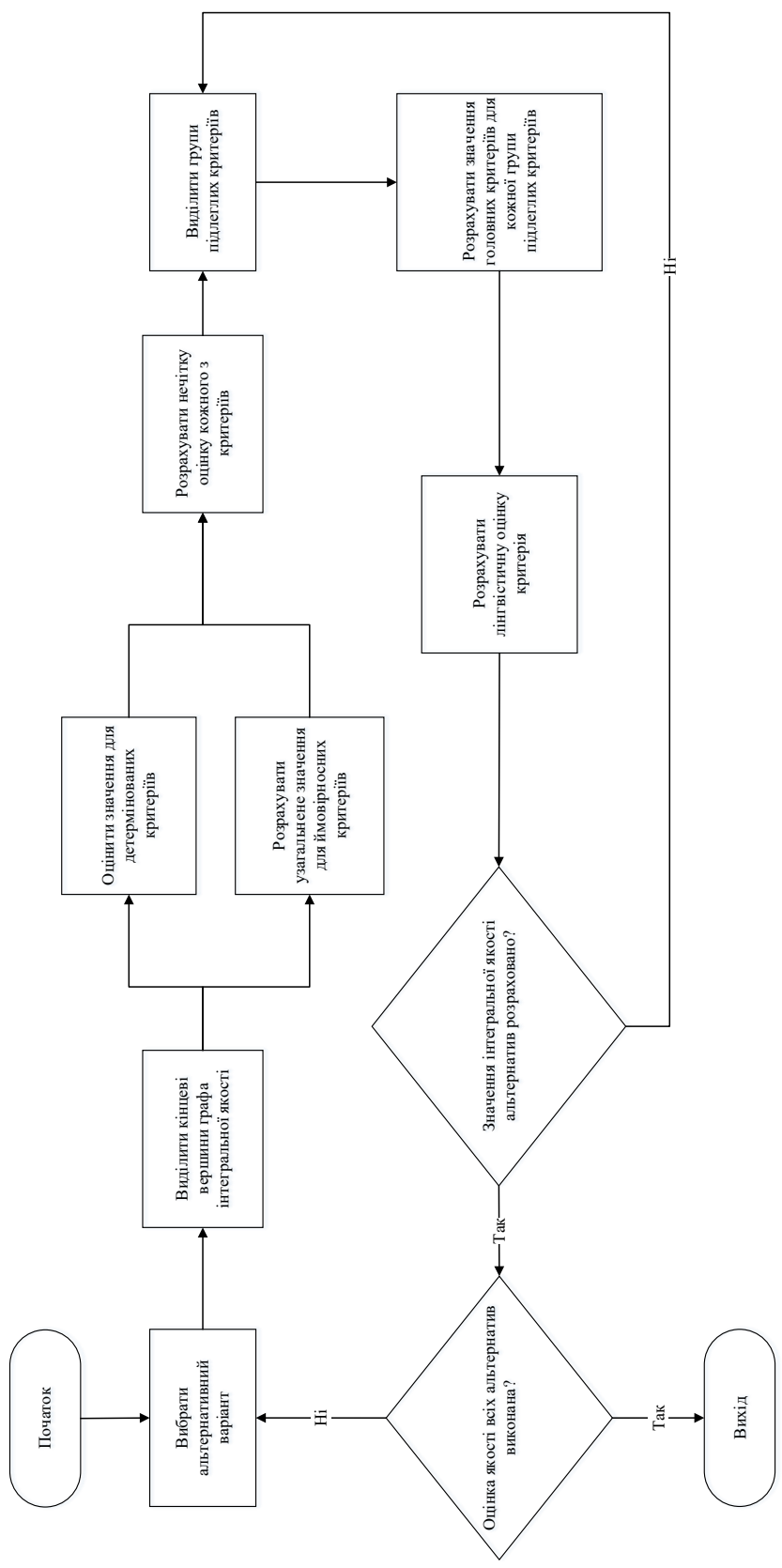
Таблиця значень для оцінок не функціональних чинників якості інформаційних сервісів, загальних для всіх систем

Критерії	Системи	z1	z2	z3	z4	z5	z6
	Значимість						
g2	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Висока	Дуже висока
g21	0.2	Висока	Висока	Дуже низька	Дуже низька	Допустима	Дуже висока
g22	0.1	Висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока	Дуже висока
g23	0.1	Висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока	Дуже висока
g24	0.2	Висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока	Дуже висока
g25	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока
g26	0.15	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Дуже висока	Дуже висока
g261	0.25	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока
g262	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока	Допустима
g263	0.25	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Висока
g264	0.25	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Допустима
g265	0.15	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока
g27	0.15	Допустима	Висока	Допустима	Допустима	Допустима	Висока
g271	0.3	Допустима	Висока	Допустима	Допустима	Низька	Висока
g272	0.3	Висока	Висока	Допустима	Допустима	Допустима	Висока
g273	0.4	Допустима	Висока	Низька	Допустима	Допустима	Висока
g3	0.15	Висока	Висока	Допустима	Допустима	Висока	Дуже висока
g31	0.6	Висока	Висока	Допустима	Допустима	Висока	Висока
g311	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Висока	Висока
g312	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Допустима	Висока
g313	0.2	Висока	Допустима	Висока	Низька	Допустима	Висока
g314	0.3	Низька	Низька	Дуже низька	Дуже низька	Висока	Висока
g32	0.4	Висока	Висока	Допустима	Висока	Висока	Дуже висока
g321	0.4	Допустима	Низька	Низька	Допустима	Низька	

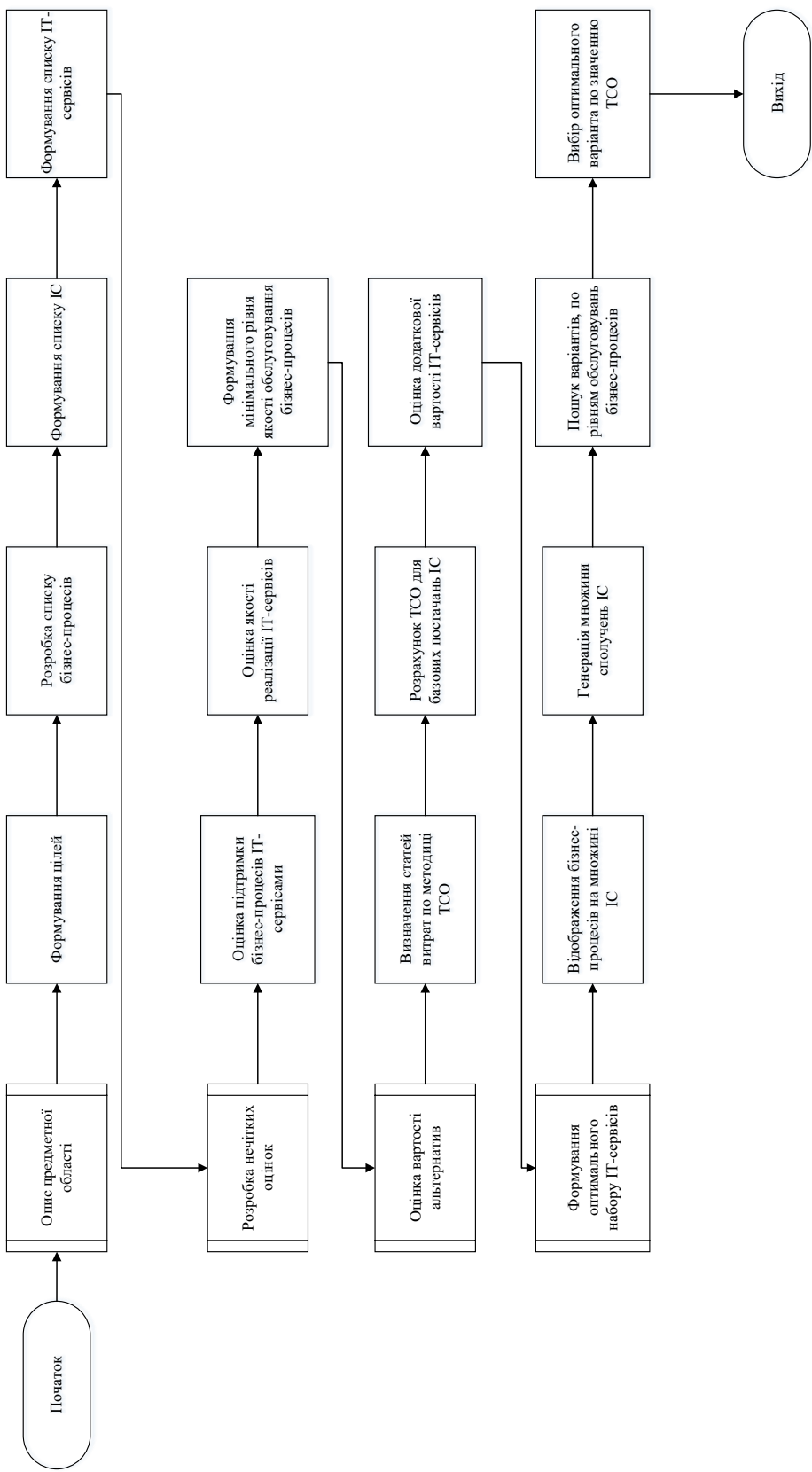
Критерії	Системи	z1	z2	z3	z4	z5	z6
	Значимість						
g322	0.2	Висока	Висока	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока
g323	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока
g324	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Дуже низька	Дуже висока	Дуже висока
g4	0.1	Дуже висока	Висока	Висока	Висока	Дуже висока	Дуже висока
g41	0.4	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Допустима	Дуже висока	Дуже висока
g411	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока	Дуже висока	Дуже висока
g412	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Дуже висока	Дуже висока
g413	0.2	Висока	Висока	Допустима	Низька	Допустима	Висока
g414	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Низька	Допустима	Дуже висока
g42	0.3	Дуже висока	Низька	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока
g43	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока	Дуже висока
g5	0.1	Висока	Дуже висока	Допустима	Висока	Висока	Висока
g51	0.3	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима
g511	0.8	Допустима	Низька	Низька	Допустима	Допустима	Низька
g512	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Допустима	Дуже висока
g52	0.7	Висока	Дуже висока	Висока	Висока	Висока	Дуже висока
g521	0.5	Допустима	Дуже висока	Допустима	Висока	Дуже висока	Дуже висока
g5211	0.5	Дуже низька	Дуже висока	Низька	Допустима	Дуже висока	Дуже висока
g5212	0.2	Дуже низька	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Допустима
g5213	0.3	Допустима	Дуже висока	Допустима	Висока	Дуже висока	Дуже висока
g522	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока	Допустима	Дуже висока
g523	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока	Дуже висока	Дуже висока
g5231	0.5	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока	Висока	Дуже висока
g5232	0.5	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Висока	Дуже висока	Дуже висока

Критерії	Системи	z1	z2	z3	z4	z5	z6
	Значимість						
g524	0.1	Висока	Висока	Низька	Низька	Низька	Висока
g525	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька
g526	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Допустима
g6	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Висока	Дуже висока
g61	0.3	Висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Висока	Висока
g611	0.2	Дуже низька	Допустима	Дуже низька	Низька	Висока	Дуже висока
g612	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Допустима	Висока
g613	0.1	Висока	Висока	Низька	Низька	Дуже низька	Дуже висока
g614	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Низька	Дуже низька	Дуже висока
g615	0.3	Висока	Висока	Допустима	Низька	Висока	Низька
g62	0.4	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Висока	Дуже висока
g621	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Низька	Висока	Дуже висока
g622	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Дуже низька	Низька	Висока	Дуже висока
g623	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Дуже висока
g624	0.1	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Допустима	Допустима	Висока
g625	0.2	Дуже висока	Дуже висока	Дуже висока	Низька	Дуже висока	Дуже висока
g626	0.1	Висока	Дуже висока	Дуже низька	Низька	Допустима	Висока
g627	0.2	Висока	Дуже висока	Низька	Допустима	Висока	Висока
g63	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока	Висока	Дуже висока
g631	0.3	Дуже висока	Дуже висока	Висока	Висока	Дуже висока	Дуже висока
g632	0.25	Дуже висока	Дуже висока	Допустима	Висока	Допустима	Висока
g633	0.35	Висока	Дуже висока	Допустима	Допустима	Низька	Висока
g634	0.1	Дуже низька	Дуже низька	Низька	Низька	Допустима	Низька

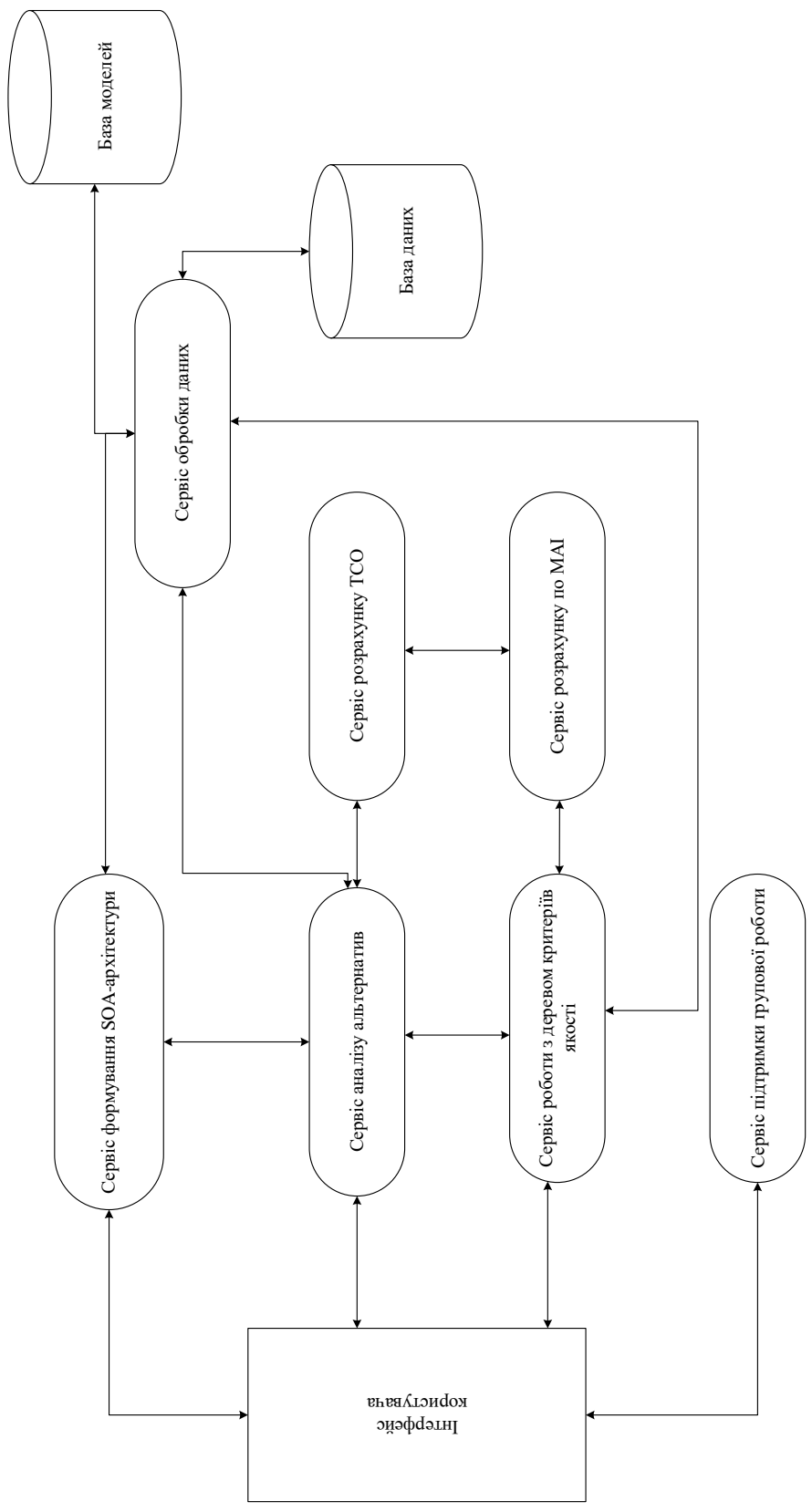
ДОДАТОК В



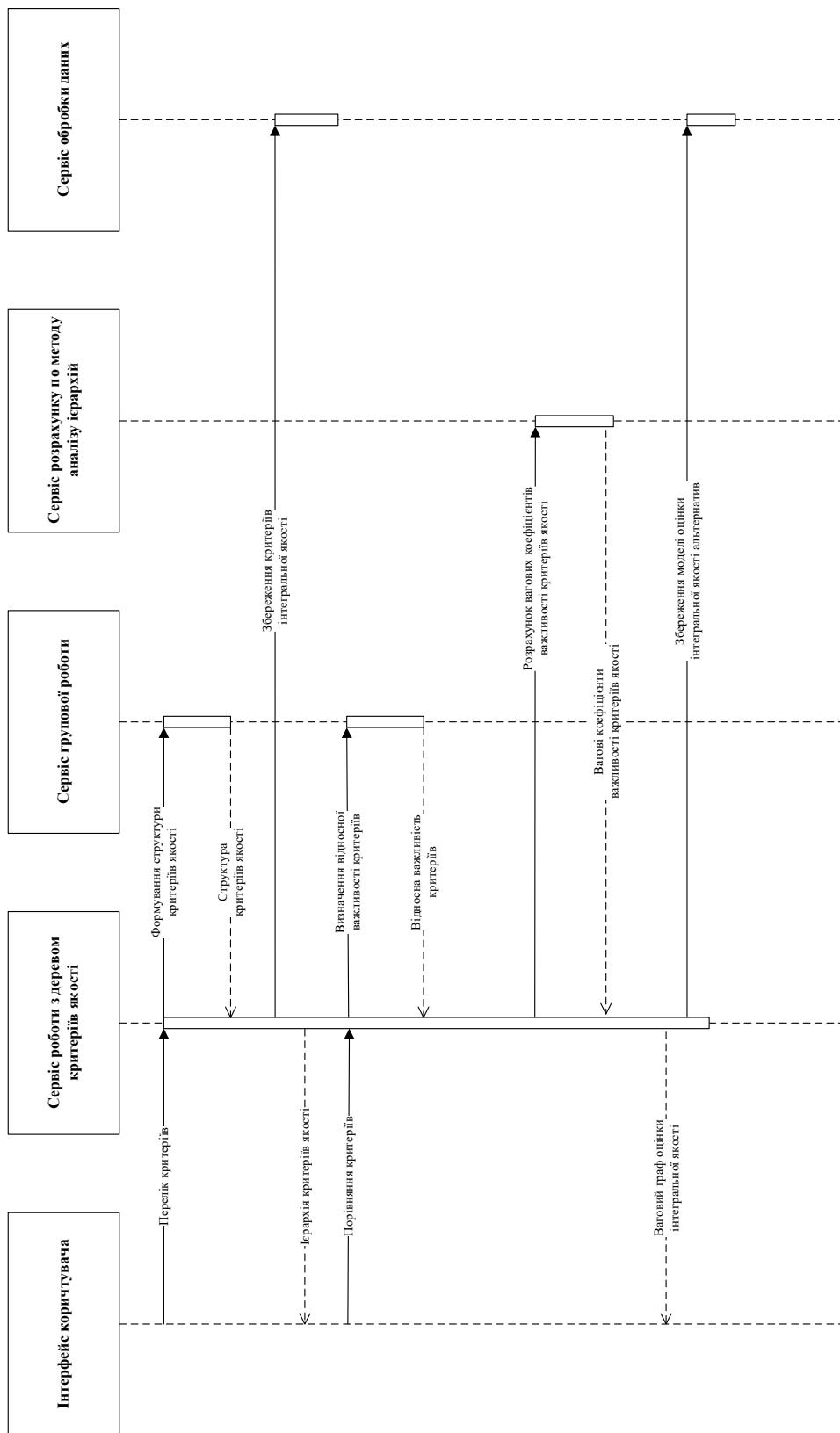
ДОДАТОК Г



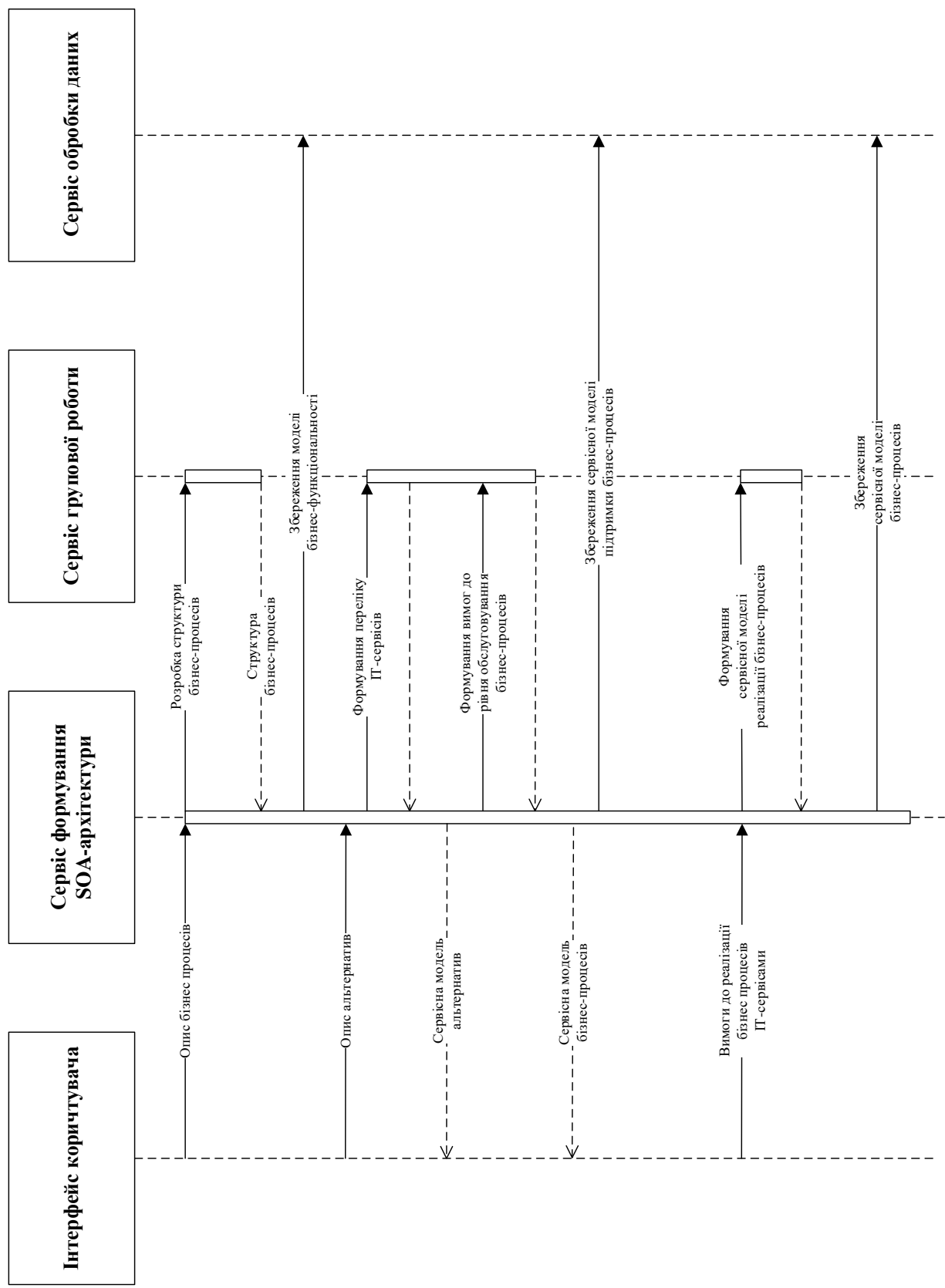
ДОДАТОК Д



ДОДАТОК Е



ДОДАТОК Ж



ДОДАТОК 3

