



Гриценко К. Г., Яценко В. В., Братушка С. М.

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ
ТА ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА**

Підручник

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

Гриценко К. Г., Яценко В. В., Братушка С. М.

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ
ТА ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА**

Підручник

Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету

Суми
Сумський державний університет
2024

УДК: 330.46:303.732.4(075.8)

Г 85

Авторський колектив:

К. Г. Гриценко, кандидат технічних наук (СумДУ);

В. В. Яценко, кандидат технічних наук (СумДУ);

С. М. Братушка, кандидат фізико-математичних наук (СНАУ)

Рецензенти:

Б. Ю. Кишакевич – доктор економічних наук, професор, професор кафедри математики та економіки Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка;

О. Ю. Чигрин – докторка економічних наук, професорка, доцентка кафедри маркетингу Сумського державного університету

*Рекомендовано до видання
вченою радою Сумського державного університету
як підручник
(протокол № 10 від 14 березня 2024 року)*

Гриценко К. Г.

Г 85

Системний аналіз та економічна кібернетика : підручник /
К. Г. Гриценко, В. В. Яценко, С. М. Братушка. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 322 с.

ISBN 978-966-657-994-5

Підручник призначений для оволодіння теоретичними та практичними навичками, які необхідні майбутнім фахівцям для вивчення дисципліни «Системний аналіз та економічна кібернетика» (або іншої за назвою та подібної за змістом). Обсяг та перелік тем запропонованого підручника повністю забезпечує потреби спеціальностей 051 «Економіка» (освітня програма «Економічна кібернетика та бізнес-аналітика»), а також спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 126 «Інформаційні системи та технології». Для кожного розділу наведено перелік тестових завдань, що сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу з однойменної дисципліни. Окремо наведено інструкції щодо виконання лабораторних робіт.

Для здобувачів спеціальностей 051 «Економіка», 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 126 «Інформаційні системи та технології» освітнього ступеня «бакалавр» усіх форм здобуття вищої освіти.

УДК 330.46:303.732.4(075.8)

ISBN 978-966-657-994-5

© Сумський державний університет, 2024

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ПЕРЕДМОВА..... | 6 |
| РОЗДІЛ 1 ВИНИКНЕННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ | 10 |
| 1.1 Поява та розвиток системного аналізу..... | 10 |
| 1.2 Визначення системного аналізу..... | 15 |
| 1.3 Структура системного аналізу..... | 24 |
| 1.4. Роль системи в системному аналізі..... | 30 |
| 1.5. Елемент системи. Підсистеми..... | 31 |
| Тестові завдання до розділу..... | 33 |
| РОЗДІЛ 2 СИСТЕМОУТВОРЮВАЛЬНІ ЧИННИКИ..... | |
| ТА ПІДХОДИ ДО ОПИСУ СИСТЕМ..... | 39 |
| 2.1 Системоутворювальні чинники..... | 39 |
| 2.2 Структура системи..... | 41 |
| 2.3 Типи та властивості систем..... | 41 |
| 2.4 Підходи до описування систем..... | 43 |
| Тестові завдання до розділу..... | 45 |
| РОЗДІЛ 3 ІНФОРМАЦІЯ..... | 49 |
| 3.1 Інформація. Дані та операції з ними. Форми подання даних..... | 49 |
| 3.2 Кодування інформації..... | 52 |
| 3.3 Надмірність інформації..... | 56 |
| 3.4 Економічна інформація та її властивості..... | 59 |
| Тестові завдання до розділу..... | 59 |
| РОЗДІЛ 4 СИСТЕМИ З КЕРУВАННЯМ..... | 68 |
| 4.1 Базові положення теорії управління..... | 68 |
| 4.2 Аксиоми теорії управління..... | 69 |
| 4.3 Принципи необхідної різноманітності Ешбі..... | 72 |
| 4.4 Змістовний опис функцій управління..... | 73 |
| Тестові завдання до розділу..... | 79 |
| РОЗДІЛ 5 ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ЕКОНОМІЦІ ЯК КІБЕРНЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ..... | 82 |
| 5.1 Регулятори зворотного зв'язку..... | 82 |

| | |
|--|------------|
| 5.2 Елементи теорії лінійних операторів..... | 87 |
| 5.3 Кібернетична інтерпретація дій із операторами... | 91 |
| 5.4 Застосування принципів теорії автоматичного управління (ТАУ) в економіці | 95 |
| Тестові завдання до розділу | 102 |
| РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНІ СИСТЕМИ..... | 106 |
| 6.1 Поняття економічної системи. Мета економічної системи. Елементи економічної системи..... | 106 |
| 6.2 Критерії оцінки ефективності економічних систем..... | 107 |
| 6.3. Системний аналіз економічних систем. Схема системного дослідження економічних систем..... | 110 |
| Тестові завдання до розділу | 114 |
| РОЗДІЛ 7 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ АНАЛІЗУ І СИНТЕЗУ ЕКОНОМІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ | 117 |
| 7.1 Поняття і класифікація економічної інформаційної системи (ЕІС)..... | 117 |
| 7.2 Технологія проектування ЕІС | 124 |
| 7.3 Життєвий цикл ЕІС | 131 |
| Тестові завдання до розділу | 137 |
| РОЗДІЛ 8 ПРОЦЕДУРА АНАЛІЗУ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ..... | 141 |
| 8.1 Системний аналіз економічних систем | 141 |
| 8.2 Особливості дослідження економічних систем.. | 146 |
| 8.3 Методи якісного оцінювання систем | 150 |
| Тестові завдання до розділу | 157 |
| РОЗДІЛ 9 ПІДХІД СТАФФОРДА БІРА ДО СИНТЕЗУ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ | 160 |
| 9.1 Анатомія управління | 160 |
| 9.2 Автономне управління..... | 164 |
| 9.3 Управління корпорацією | 167 |
| Тестові завдання до розділу | 172 |
| РОЗДІЛ 10 ПРОБЛЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ..... | 174 |

| | |
|---|------------|
| 10.1 Вплив різних підходів на поліпшення бізнес-процесів..... | 174 |
| 10.2 Фази поліпшення бізнес-процесів | 176 |
| 10.3 Методи планування та моніторингу | 179 |
| Тестові завдання до розділу | 182 |
| РОЗДІЛ 11 МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ В ЕКОНОМІЦІ | 185 |
| 11.1 Структура процесів: процеси, підпроцеси, заходи, завдання | 185 |
| 11.2 Підходи до поліпшення бізнес-процесів..... | 188 |
| 11.3 Забезпечення якості..... | 191 |
| 11.4 Планування й управління бізнес-процесами | 192 |
| Тестові запитання до розділу | 194 |
| РОЗДІЛ 12 МЕТОДОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ЕКОНОМІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ | 197 |
| 12.1 Архітектура ARIS | 197 |
| 12.2 Фазова модель ARIS..... | 200 |
| 12.3 Моделі ARIS | 204 |
| Тестові запитання до розділу | 209 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1 | 212 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2..... | 227 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3..... | 244 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4..... | 252 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5..... | 273 |
| ДОДАТОК А. Опис процесів до лабораторних робіт 3, 5..... | 283 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 319 |

ПЕРЕДМОВА

Системний аналіз є важливою ланкою професійної підготовки студентів, які навчаються за спеціальностями 051 «Економіка» (освітня програма «Економічна кібернетика та бізнес-аналітика»), 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 126 «Інформаційні системи та технології». Кібернетика розглядає закони структурної організації та функціонування управлінських систем різного характеру та складності, їх аналіз, синтез та оптимізацію. Предметом дослідження економічної кібернетики є особливості проходження процесів управління в економічних системах і синтезу систем управління економічними об'єктами. Економічній кібернетиці глибоко притаманний системний підхід, що дозволяє розглядати процес або явище з урахуванням усіх зв'язків і властивостей. Основним концептуальним інструментом економічної кібернетики є системний аналіз. Він дозволяє виявляти та раціонально використовувати закономірності управління в економічних системах. Для виокремлення систем необхідним є визначення системоутворювальних чинників як стійких внутрішніх компонентів системи та їх зв'язків. Ключовою ознакою складної системи є наявність управління, яке забезпечує цілісність системи. Управління є цілеспрямованим впливом однієї системи на іншу для зміни її поведінки відповідно до мінливих умов зовнішнього середовища.

Будь-яку систему, що є об'єктом дослідження в кібернетиці, можна подати у вигляді системи управління, головними умовами існування якої є організованість та різноманітність. Проблема оцінки різноманітності системи управління та її співвідношення з різноманітністю об'єкта управління знаходить відображення в принципах необхідної різноманітності Ешбі.

Процеси управління є інформаційними процесами, тому поняття інформації, її кількісного вимірювання, повноти інформації, надмірності інформації, кодування інформації займають важливе місце в економічній кібернетиці.

Економічна кібернетика вивчає питання аналізу та синтезу економічних інформаційних систем, їх життєвого циклу, технологій проектування та методології синтезу. Прикладна спрямованість досліджень в економічній кібернетиці обумовлює необхідність застосування підходу Стаффорда Біра до синтезу життєздатних економічних систем, що виводить процеси синтезу систем управління на якісно новий рівень.

Економічна кібернетика досліджує проблеми оптимізації економічних систем, вивчає фази поліпшення бізнес-процесів, вплив «проривних» підходів на поліпшення бізнес-процесів, а також методи оптимізації процесів у економіці, планування та управління бізнес-процесами.

Під час написання підручника використовувалися матеріали з численних відомих інформаційних джерел, які були систематизовані та адаптовані.

Автори сподіваються, що цей підручник буде корисним не лише здобувачам закладів вищої освіти, а й фахівцям у сфері економіки та інформаційних технологій, чия діяльність потребує знань та вмінь у сфері системного аналізу.

Економічна кібернетика є науковим напрямом, який вивчає економіку та її складові як складні динамічні системи управління. Об'єктом економічної кібернетики є економічна система, яка являє собою складну динамічну систему, спрямовану на розподіл та споживання матеріальних благ для задоволення людських потреб. Сучасна тенденція глобалізації призводить до інтеграції організацій в інформаційні системи, що обслуговують світовий ринок. Це підкреслює необхідність застосування комплексного підходу до дослідження економіки, зокрема такого, як системний аналіз.

Для системного аналізу економічних об'єктів використовують комп'ютерну техніку та інформаційні системи. AllFusion Process Modeler є популярним інструментом моделювання, аналізу та оптимізації бізнес-процесів. Він дозволяє подавати бізнес-процеси у графічному вигляді, чітко документувати кроки та результати.

Системний аналіз економічних об'єктів передбачає їх усебічне вивчення як складних динамічних систем. Це передбачає виділення системи, аналіз потреб середовища, визначення основних характеристик системи, формулювання спільної мети та критерію ефективності, декомпозицію мети та інші етапи.

Дисципліна з системного аналізу є частиною професійної підготовки студентів, яка надає базові знання та навички для успішного виконання кваліфікаційної роботи бакалавра. Після завершення дисципліни студент повинен знати на продуктивно-синтетичному рівні:

- етапи розвитку системних уявлень;
- суть основних напрямів системних досліджень;
- суттєві риси системного підходу;
- причини появи та розвитку методів системного аналізу;

- особливості системного аналізу та сферу його застосування, основні поняття, категорії, принципи системного аналізу;

- методику розв'язання погано структурованих задач за допомогою системного аналізу;

- основні методи якісного та формалізованого системного аналізу.

На евристичному рівні за допомогою цієї дисципліни формують такі вміння:

- відрізнити системний аналіз від інших методів дослідження;

- розрізнити проблеми, до яких застосування системного аналізу є доцільним;

- урахувати аспекти раціонального сприйняття систем в аналізі систем;

- використовувати методи та моделі системного аналізу до сучасних умов розвитку українського суспільства та світової спільноти загалом.

Теоретичний матеріал підручника супроводжується інструкціями щодо виконання лабораторних робіт, тестовими запитаннями для перевірки знань. Список рекомендованих літературних джерел, наведений в кінці підручника, повністю охоплює програмний матеріал навчальної дисципліни.

РОЗДІЛ 1

ВИНИКНЕННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

1.1 Поява та розвиток системного аналізу

Мабуть, кожен погодиться, що будь-яка діяльність людини, який би професійний характер вона не мала, полягає в неперервному вирішенні проблем, що послідовно виникають перед людиною. Проблеми бувають дріб'язкові та масштабні, порівняно легкі та важкі, дуже несхожі, такі, що вимагають використання наукових і практичних відомостей з різних галузей знання.

Одні люди частіше вдало вирішують проблеми, а інші зазнають труднощів. Природне прагнення до успіху спонукає з'ясувати, чим відрізняються дії тих та інших. Виникає потреба накопичення й узагальнення досвіду вирішення проблем, як позитивного, так і негативного, щоб надалі не повторювати неправильних дій і використовувати вдалі прийоми.

Завжди знаходяться фахівці, які прагнуть задовольнити суспільну потребу: почалося вивчення досвіду вирішення проблем.

З огляду на це відбулося те, що можна назвати «історичним непорозумінням». Для вирішення будь-якої проблеми необхідно використовувати знання, часто глибоко професійні, причому набір потрібних професій для кожної проблеми специфічний, унікальний. Це створило стійке враження, що хоча проблеми є у всіх, але проблеми лікаря значно відрізняються від проблем інженера, проблеми природодослідника не такі самі, що проблеми воєначальника і т. ін. Визначальною стала специфіка проблем. Тому накопичення й узагальнення досвіду вирішення проблем почалося в межах кожної професії окремо. У кожній спеціальності виникли такі розділи, для переважної частини професій вони оформилися як цілі дисципліни.

Спочатку у військових, а потім у економістів виникло «Дослідження операцій», у медиків – «Загальна патологія людини» та «Мистецтво діагностики», у інженерів – «Системотехніка» та «Методи інженерної творчості», у суспільствознавців – «Політологія», «Футурологія», «Конфліктологія», у адміністраторів – «Системний підхід», «Програмно-цільове управління», і цей список можна продовжити.

У 50-60-х рр. минулого століття з'явилася ідея порівняти методи вирішення проблем у різних професіях. І виявився на перший погляд дивний, а на другий – природний феномен. Так, для вирішення конкретної проблеми потрібні спеціальні, іноді дуже глибокі професійні знання. Але якщо звернути увагу не на змістовну специфіку цієї проблеми, а на технологію роботи з нею, на послідовність дій і обережностей, то виявляється, що вірогідність успіху підвищується, якщо дотримуватися одних і тих самих порад, незалежно від природи проблеми.

Так виникла ідея – запропонувати якийсь універсальний алгоритм дій для вирішення проблем, придатний до застосування в будь-якій сфері діяльності.

За декілька десятиліть ідея формування загальнозживаної методики вирішення проблем була доведена до створення спеціальної технології, яку почали (на відміну від конкретних «системних аналізів») називати СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ.

У 30-ті рр. ХХ ст. філософія виявилася джерелом виникнення узагальнювального напрямку, названого теорією систем. Л. фон Берталанфі вважають основоположником цього напрямку, хоча він біолог за основною професією.

Хронологія системного аналізу наведена в табл. 1.1.

Відзначимо, що на початку ХІХ ст. наш співвітчизник А. А. Богданов стояв біля витоків системного аналізу. Проте через історичні причини запропонована ним загальна

організаційна наука «тектологія» не знайшла поширення і практичного застосування.

Таблиця 1.1 – Хронологія системного аналізу

| <i>Коли</i> | <i>Що</i> | <i>Хто</i> | <i>Де</i> |
|------------------|---|-------------------|-----------|
| | філософія – наука наук | | |
| початок XIX | Тектологія | А. А. Богданов | СРСР |
| 30-ті рр. XX ст. | теорія систем | Л. фон Берталанфі | |
| – | дослідження операцій (базується на методах теорії оптимізації, математичного програмування і математичної статистики) | – | – |
| 1962 р. | термін «системотехніка» – як неточний переклад терміна «системна інженерія» | Ф. Е. Темників | СРСР |
| 1965 р. | поняття «системологія» | І. Б. Новік | СРСР |
| – | кібернетика – нова наука про управління в живих організмах і машинах | Н. Вінер | – |
| 1948 р. | застосований термін «системний аналіз» у роботах, пов'язаних із завданнями військового управління | Корпорація RAND | США |
| 60-і рр. XX | поняття інформаційного бар'єра | В. М. Глушков | СРСР |
| 70-х рр. XX | перша методика системного аналізу – ПАТЕРН | Корпорація RAND | США |

У колишньому СРСР спочатку теорію систем активно розвивали філософи. Ними були розроблені концептуальні основи, термінологічний апарат, досліджені закономірності

функціонування і розвитку систем, поставлені інші проблеми, пов'язані з філософськими і загальнонауковими основами системних досліджень.

Потреби практики майже одночасно із становленням теорії систем привели до виникнення напряму, названого дослідження операцій. Цей напрям виник у зв'язку із завданнями військового характеру.

У 60-ті рр. ХХ ст. під час дослідження складних проблем проектування і управління досить значного поширення набув термін «системотехніка», запропонований в 1962 р. д. т. н., професором Ф. Е. Темниковим.

Цей термін досить швидко почав використовуватися в основному в додатках системних методів тільки до технічних напрямів, а для інших напрямів був запропонований термін «системологія» (введений у 1965 р. І. Б. Новіком).

Щодо завдань управління в певний період більшого поширення набув термін «кібернетика», прийнятий Н. Вінером для назви нової науки про управління в живих організмах і машинах.

Цей термін використовувався як узагальнювальний для назви всіх системних напрямів.

Для узагальнення дисциплін, пов'язаних із дослідженням і проектуванням складних систем, використовується термін «системні дослідження», а іноді зберігається термін «системний підхід».

Одним із напрямів системних досліджень сьогодні вважають системний аналіз, який уперше з'явився в 1948 році в роботах корпорації RAND.

З розвитком науково-технічного прогресу виникає ще одна потреба в застосуванні системного аналізу. Пов'язана вона зі зміною технології управління.

На цю проблему вперше в нашій країні в 60-ті рр. ХХ ст. звернув увагу академік В. М. Глушков, який увів поняття інформаційного бар'єра.

Історично управління і виконання роботи довгий час здійснювалося одними і тими самими людьми. Інакше кажучи, система управління (СУ) була суміщена з об'єктом управління (ОУ). З ускладненням завдань управління з'явився **перший інформаційний бар'єр**, визначуваний пропускнуою спроможністю окремої людини як системи управління (2–4 біт/с). Він був подоланий шляхом відділення функцій СУ від функцій ОУ і переходу до ієрархічного принципу управління. Відповідно до цього принципу до СУ входить особа, що ухвалює рішення (ОУР), і група підлеглих управління, – посадових осіб, що відповідають за окремі функції ОУ.

Другий інформаційний бар'єр пов'язаний із обмеженою здатністю до перероблення інформації в усього населення країни. завдання управління економікою ускладнюються швидше за кількість зайнятих у ній людей. І якщо продовжити управляти країною колишніми методами, на основі пріоритету принципу контролю і переробки обліково-планової інформації, то в кінці 70-х рр. ХХ ст. у сфері управління тільки матеріальним виробництвом потрібно було б зайняти мало не все працездатне населення країни.

Спочатку Глушков бачив вихід у створенні автоматизованих інформаційних систем. Проте в подальшому стало зрозуміло, що необхідні нові спеціальні методи системних досліджень. У розвинених країнах важливість управління науково-технічним прогресом і труднощі, що виникають на шляху вирішення цієї проблеми, були усвідомлені приблизно в ті самі роки, і з тих пір, більше 50 років, в США, зокрема, ведуться інтенсивні дослідження з цієї проблеми. В результаті цих досліджень була розроблена перша методика системного аналізу – ПАТЕРН (основою якої є формування і аналіз дерева цілей).

На сьогодні термін «системний аналіз» трактують в публікаціях неоднозначно. Відзначимо його особливості:

1) використовують у разі, коли завдання не може бути відразу вирішене за допомогою формальних методів. Це відбувається в ситуаціях, коли є значна початкова невизначеність та коли завдання має багато критеріїв;

2) наголошує на процесі формулювання завдання та застосовує не лише формальні методи, а й методи якісного аналізу. Через це системний аналіз іноді описують як «формалізований розумний підхід»;

3) системний аналіз використовує концепції, що лежать в основі дослідження загальносистемних закономірностей;

4) сприяє організації колективного ухвалення рішень, залучаючи експертів із різних галузей знань;

5) передбачає створення методики, яка визначає послідовність етапів проведення дослідження та методи їх реалізації;

6) вивчає процеси встановлення цілей та розроблення інструментів для їх досягнення, зокрема, займається створенням методик структуризації цілей;

7) пропонує розділення великої невизначеності на менші, які краще піддаються дослідженню, зі збереженням цілісного (системного) уявлення про об'єкт дослідження та проблемну ситуацію. Це досягається за допомогою мети та цілепокладання.

Перші чотири характерні для всіх напрямів системних досліджень. Ще три (5, 6, 7) уточнюють його відмінність від інших системних напрямів.

1.2 Визначення системного аналізу

Для оперування основними поняттями системного аналізу будемо дотримуватися таких словесно-інтуїтивних або формальних визначень.

Елемент – це об'єкт, який має набір важливих властивостей і підпорядкований певному закону функціонування

F^S . Важливо відзначити, що в цьому контексті не розглядається внутрішня структура цього об'єкта, але відомо, що він реалізований у межах системи.

Формально закон функціонування F^S поділяють на такі підмножини:

– вхідні некеровані сигнали $x(t)$, перетворювані цим елементом, $x_i \in X, i = 1, \dots, k_x$;

– дії зовнішнього середовища $n(t)$, що становлять перешкоди, $n_v \in N, v = 1, \dots, k_n$;

– керувальні сигнали (події) $u(t)$, поява яких призводить до переходу елемента з одного стану в інший, $u_m \in U, m = 1, \dots, k_u$.

Іншими словами, елемент є найменшою функціональною одиницею системи, яку можна уявити як «чорну скриньку» (рис. 1.1).

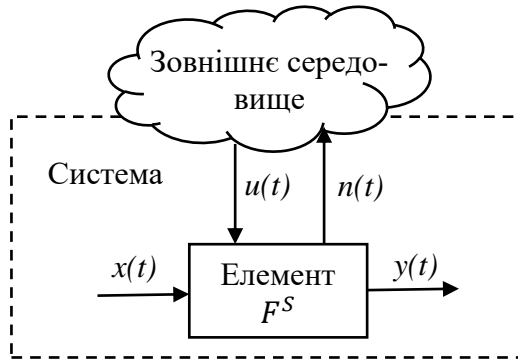


Рисунок. 1.1 – Елемент системи як «чорна скринька»

Функціональну модель елемента покажемо як $y(t) = F^S(x, n, u, t)$.

Вхідні сигнали, керувальні сигнали та вплив зовнішнього середовища є незалежними змінними.

Вихідний сигнал $y(t)$ подають сукупністю характеристик елемента $y_j \in Y, j = 1, \dots, k_y$.

Під середовищем розуміють множину об'єктів S' , що перебувають поза цим елементом (системою), впливаючи на нього, а також самі зазнають впливу цього елемента (системи), $S \cap S' = \emptyset$.

Під середовищем розуміють множину об'єктів S' , які перебувають поза цим елементом (системою), впливаючи на нього, і водночас самі зазнають впливу цього елемента (системи), при цьому перетин множин S та S' є порожнім: $S \cap S' = \emptyset$.

Правильне розмежування досліджуваного реального об'єкта та середовища є необхідним етапом системного аналізу.

Часто в системному аналізі виділяють поняття «супер-система» – частина зовнішнього середовища, для якого досліджувана система є елементом.

Підсистема – це фрагмент системи, який виділяється за певною характеристикою, має свою самостійність і може бути поділений на окремі елементи в контексті розгляду системи. Систему можна розчленувати на підсистеми послідовно, а не відразу, утворюючи сукупності елементів. Важливою відмінністю підсистеми є те, що для неї виконується умова цілісності, що відрізняє її від простої групи елементів.

Послідовне розбиття системи вглибину приводить до ієрархії підсистем, нижнім рівнем яких є елемент. Типовим прикладом такого розбиття є структура програми. Так, наприклад, тіло основної програми містить **модулі – підсистеми першого рівня**, модулі містять **функції та процедури – підсистеми другого рівня**, функції та процедури містять **операнди та оператори – елементи системи**.

Характеристика – те, що відображає деяку властивість елемента системи. Властивість y_j описується кортежем

$y_j = \langle name \{value\} \rangle$, де *name* – ім'я j -ї характеристики, $\{value\}$ – діапазон припустимих значень.

Діапазон припустимих значень визначається шляхом перерахування цих значень або функціонально, використовуючи правила обчислення (вимірювання) та оцінки.

Характеристики поділяють на кількісні та якісні залежно від типу відносин на множині їх значень.

Якщо на множині значень визначені метричні відношення, де враховують не лише факт виконання відношення $p(y_j^1, y_j^2)$, а й ступінь кількісної переваги, то характеристику вважають **кількісною** і називають **параметром**. В іншому разі характеристика є **якісною**.

Характеристики елемента є залежними змінними та відображають властивості елемента.

Властивість – це характеристика об'єкта, що визначає його відмінність від інших об'єктів або подібність до них і проявляється під час взаємодії з іншими об'єктами.

Властивості визначають за допомогою відношень. Існують такі форми подання відношень: функціональна, матрична, таблична, логічна, графічна, подання перетинами, алгоритмічна (у вигляді словесного правила відповідності).

Характеристики об'єкта можна поділити на зовнішні та внутрішні:

- **зовнішні** характеристики виявляються у формі вихідних параметрів u_i лише під час взаємодії об'єкта із зовнішніми об'єктами;

- характеристики, які виявляються у формі змінних стану z_i під час взаємодії з внутрішніми елементами системи та є причиною зовнішніх властивостей, називають **внутрішніми**. Вони визначають стан системи та її внутрішні зміни, які впливають на зовнішні властивості системи.

За структурою властивості поділяють на прості та складні (інтегральні).

Зовнішні прості властивості доступні безпосередньому спостереженню, **внутрішні** властивості конструюються в нашій свідомості логічно та не доступні спостереженню.

Зовнішні прості властивості можуть спостерігатися безпосередньо, а внутрішні властивості не доступні прямому спостереженню та логічно конструюються в нашій свідомості.

За ступенем деталізації відбивання властивостей виділяють горизонтальні (ієрархічні) рівні аналізу системи.

За характером відбиваних властивостей виділяють вертикальні рівні аналізу – аспекти.

Цей механізм покладено в основу твердження про те, що для однієї реальної системи можна побудувати безліч абстрактних систем.

Формально характеристики можна подати як закон, що визначає роботу елемента.

Законом функціонування F^S , що описує процес функціонування елемента системи в часі, називають залежність $y(t) = F^S(x, n, u, t)$.

Оператор F^S перетворює незалежні змінні в залежні та відображає поведінку елемента (системи) у часі – процес зміни стану елемента (системи), що оцінюється мірою досягнення мети його функціонування. Поняття поведінки зазвичай відносять тільки до цілеспрямованих систем і оцінюють за показниками.

Оператор F^S відображає динаміку елемента (системи) у часі. Процес зміни стану елемента (системи) оцінюється на основі досягнення мети його функціонування. Термін «поведінка» застосовують виключно до цілеспрямованих систем.

Мета являє собою конкретну ситуацію або область ситуацій, якої система повинна досягти впродовж визначеного часового проміжку в процесі свого функціонування.

Показник – характеристика, що відображає якість j -ї системи або цільову спрямованість процесу (операції), що реалізовується системою: $Y_j = W_j(x, n, u)$.

Показники поділяють на:

– **часткові показники якості** (або ефективності) системи u_{ji} . Вони описують i -ті істотні властивості j -ї системи;

– **узагальнений показник якості** (або ефективності) системи Y_j являє собою вектор, що містить всі властивості системи загалом.

Відмінність між показниками ефективності та показниками якості полягає в тому, що показник ефективності оцінює ефект від функціонування системи, тоді як показники якості визначають придатність системи для використання згідно з її призначенням.

Вид відношень між елементами, який виявляється як деякий обмін (взаємодія), називається зв'язком. Зазвичай в дослідженнях виділяють внутрішні та зовнішні зв'язки. **Зовнішні зв'язки системи** – це її зв'язки з навколишнім середовищем. Вони виявляються у вигляді характерних властивостей системи. Визначення зовнішніх зв'язків дозволяє відокремити систему від навколишнього світу і є необхідним початковим етапом дослідження.

У деяких випадках достатньо дослідження всієї системи обмежити встановленням її закону функціонування. За такої умови систему ототожнюють з оператором F^S і подають у вигляді «чорної скриньки».

Проте в завданнях аналізу зазвичай потрібно з'ясувати, якими **внутрішніми зв'язками** обумовлюються властивості системи, що цікавлять дослідника. Тому основним змістом системного аналізу є визначення внутрішніх зв'язків системи.

У завданнях аналізу здебільшого важливо з'ясувати, як властивості системи, які цікавлять дослідника, залежать

одна від одної через **внутрішні зв'язки**. Отже, основна мета системного аналізу полягає в ідентифікації та розумінні цих внутрішніх зв'язків у системі.

Можна дати таку класифікацію зв'язків:

– **структурні зв'язки** зазвичай поділяють на **ієрархічні, мережеві, деревоподібні** та задають в графічній або матричній формі;

– **функціональні та просторово-часові зв'язки** задають як функції, функціонали й оператори;

– **каузальні** (причинно-наслідкові) зв'язки описують на мові формальної логіки;

– для опису інформаційних зв'язків розробляють інфологічні моделі.

Виділення зв'язків є істотним етапом системного аналізу і дозволяє міркувати про складність цієї системи.

Алгоритм функціонування A^S – це метод отримання вихідних характеристик $y(t)$ на основі вхідних впливів $x(t)$, зовнішніх впливів навколишнього середовища $n(t)$ і управлінських впливів $u(t)$. Фактично алгоритм функціонування розкриває механізм виявлення внутрішніх характеристик системи, які формують її поведінку згідно з законом функціонування F^S . Той самий закон функціонування може мати різні реалізації, використовуючи різні алгоритми функціонування A^S . Наявність вибору алгоритму A^S призводить до того, що системи з одним і тим самим законом функціонування F^S мають різні якість та ефективність.

Якість – це сукупність істотних властивостей об'єкта, що визначають його придатність для використання. Оцінка якості може бути проведена за допомогою інтегральної властивості (узагальненого показника якості системи).

Процес – це набір станів системи $z(t_0), z(t_1), \dots, z(t_k)$, упорядкованих за зміною параметра часу t .

Ефективність процесу визначається його здатністю до досягнення мети. Вона виявляється лише під час функціонування системи і залежить від властивостей самої системи, способу її використання та впливу навколишнього середовища.

Критерій ефективності – це узагальнений показник і правило вибору оптимальної системи чи рішення. Наприклад, $y^* = \max\{Y_j\}$.

Якщо рішення ухвалюється за якісними характеристиками, то критерій ефективності називається **вирішальним правилом**. Якщо нас цікавить не тільки закон функціонування F^S , а й алгоритм реалізації цього закону A^S , то елемент не може бути поданий у вигляді «чорної скриньки» та повинен розглядатися як **підсистема** (агрегат, домен) – частина системи, виділена за функціональною або якою-небудь іншою ознакою.

Опис підсистеми загалом збігається з описом елемента. Але для її опису додатково вводиться поняття множини внутрішніх (власних) характеристик підсистеми: $h_l \in H$, $l = 1, \dots, k_n$.

Опис закону функціонування F^S інколи може бути отриманий через **стан системи** – множину значень характеристик системи в певний момент часу. Формально стан системи у момент часу $t_0 < \tau \leq T$ повністю визначається початковим станом $z(t_0)$, вхідними діями $x(t)$, діями $u(t)$, що управляють, внутрішніми параметрами $h(t)$ і діями зовнішнього середовища $n(t)$, які мали місце за проміжок часу $\tau - t_0$, за допомогою глобальних рівнянь динамічної системи, перетворених до вигляду

$$\begin{aligned}z(t) &= f(z(t_0), x(\tau), u(\tau), n(\tau), h(\tau), t), \tau \in [t_0, T] \\y(t) &= g(z(t), t).\end{aligned}$$

Тут рівняння стану за початковим станом $z(t_0)$ і змінними x, u, n, h визначає стан $z(t)$, а рівняння спостереження за значеннями станів $z(t)$ визначає вихідні змінні $y(t)$.

Отже, послідовність рівнянь об'єкта «вхід-стани-вихід» визначає характеристики підсистеми:

$$z(t) = f[g(z(t_0), x, u, n, h, t)].$$

Структура – це сукупність елементів, що утворюють систему, і зв'язків між ними. Це поняття вводиться для опису підмоделі. У структурі системи суттєву роль відіграють зв'язки. Змінюючи зв'язки у разі збереження елементів, можна отримати іншу систему, яка має нові властивості або реалізує інший закон функціонування. Це наглядно продемонстровано на рис. 1.2, якщо розглядати систему як з'єднання трьох провідників із різними опорами.

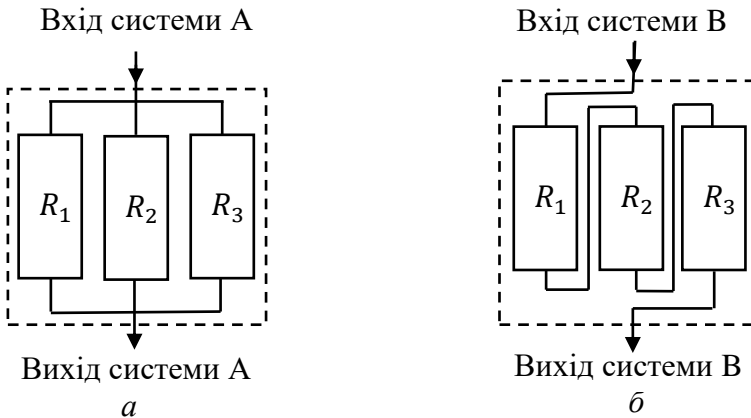


Рисунок 1.2 – Роль зв'язків у структурі системи:
a – паралельний зв'язок; *б* – послідовний зв'язок

Необхідність одночасного і взаємозв'язаного розгляду станів системи і середовища вимагає визначення понять «ситуація» і «проблема».

Ситуація – це сукупність станів системи і середовища в один і той самий момент часу.

Проблема виникає внаслідок невідповідності між поточним станом системи та необхідним (цільовим) станом за певних умов середовища в конкретний момент часу.

1.3 Структура системного аналізу

Загальний підхід до вирішення проблем може бути поданий як цикл (рис. 1.3).

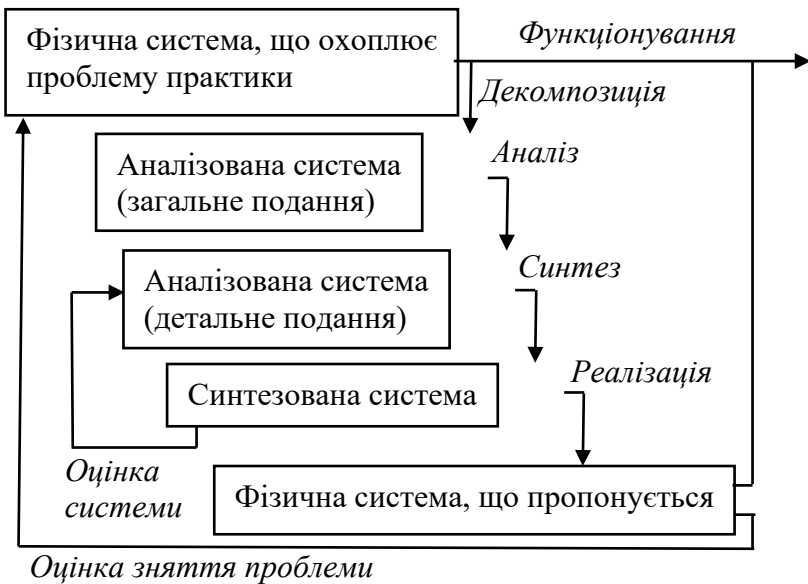


Рисунок 1.3 – Загальний підхід до вирішення проблем

На етапі **декомпозиції**, що забезпечує загальне уявлення про систему, виконують такі завдання:

1. **Визначення та декомпозиція загальної мети:** розгляд та розчленування основної мети дослідження та основної функції системи, обмежуючи стани системи в межах припустимих ситуацій.

2. **Виділення системи з середовища:** розділення на систему та надсистему, визначення участі елементу в процесі, що приводить до результату.

3. **Опис чинників впливу:** визначення чинників, що впливають на систему.

4. **Опис тенденцій розвитку та невизначеностей:** урахування майбутніх тенденцій та невизначеностей різного характеру.

5. **Опис системи як «чорної скриньки»:** розгляд системи як ізольованого об'єкта, аналізуючи лише вхідні та вихідні параметри.

6. **Декомпозиція системи:** різні погляди на систему (функціональна, компонентна та структурна).

Глибина декомпозиції обмежується необхідністю збереження рівня абстракції. Декомпозиція повинна припинятися, коли досягається необхідний рівень деталізації чи коли подальший розгляд стає неефективним або непрактичним.

На етапі синтезу проводять оцінку аналізованих систем, що синтезуються. Реалізація синтезованої системи у формі запропонованої фізичної системи дозволяє провести оцінку ступеня вирішення проблеми практики та ухвалити рішення щодо функціонування модернізованої (нової) реальної системи.

Завдання системного аналізу подані у вигляді трирівневого дерева функцій (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Дерево функцій системного аналізу

Якщо під час декомпозиції з'ясується, що модель починає описувати внутрішній алгоритм функціонування елемента замість закону його функціонування у вигляді «чорної скриньки», то в такому разі відбулася зміна рівня абстракції. Це викликає припинення декомпозиції.

В автоматизованих методиках типовою є декомпозиція моделі на глибину 5–6 рівнів.

У загальній теорії систем доведено, що більшість систем може бути розділена на базові подання підсистем.

До них відносять: послідовне (каскадне) з'єднання елементів, паралельне з'єднання елементів, з'єднання за допомогою зворотного зв'язку.

Проблема проведення декомпозиції полягає в тому, що в складних системах відсутня однозначна відповідність між законом функціонування підсистем і алгоритмом, що його реалізовує.

Розглянемо деякі найбільш часто вживані стратегії декомпозиції:

1. Функціональна декомпозиція:

- базується на аналізі функцій системи;
- порушує питання про те, що робить система незалежно від того, як вона функціонує;
- розбиває систему на функціональні підсистеми на основі спільності функцій, що виконуються групами елементів.

2. Декомпозиція за життєвим циклом:

- на різних етапах життєвого циклу системи виділяє підсистеми залежно від зміни закону функціонування;
- застосовується для оптимізації процесів та визначення послідовних стадій перетворення входів у виходи.

3. Декомпозиція за фізичним процесом:

- виділяє підсистеми на основі етапів виконання алгоритму функціонування та стадій зміни станів;
- застосовується для опису фізичних процесів у системі.

4. Декомпозиція за підсистемами (структурна декомпозиція):

– виділяє підсистеми на основі сильних зв'язків між елементами за одним із типів зв'язків у системі (інформаційних, логічних, ієрархічних, енергетичних тощо).

Силу зв'язку, наприклад за інформацією, можна оцінити коефіцієнтом інформаційного взаємозв'язку підсистем $\mu = \frac{N}{N_0}$, де N – кількість інформаційних масивів у підсистемах, що використовуються спільно; N_0 – загальна кількість інформаційних масивів.

На етапі аналізу, що забезпечує формування детального подання системи, здійснюють такі дії:

1. Функціонально-структурний аналіз системи:

- уточнення складу та законів функціонування елементів системи;
- розроблення алгоритмів функціонування та взаємовпливу підсистем;
- розділення керованих і некерованих характеристик системи;
- визначення простору станів Z і простору параметрів T ;
- аналіз цілісності системи та формулювання вимог до створюваної системи.

2. Морфологічний аналіз:

- аналіз взаємозв'язку компонентів.

3. Генетичний аналіз:

- аналіз причин розвитку ситуації;
- вивчення наявних тенденцій;
- побудова прогнозів.

4. Аналіз аналогів:

- аналіз подібних досліджень.

5. Аналіз ефективності.

- вибір шкали вимірювання ефективності;
- формування показників і критеріїв ефективності;
- оцінювання та аналіз оцінок ефективності.

6. Формування вимог до створюваної системи:

– вибір критеріїв оцінки та обмежень.

Етап **синтезу** системи, що вирішує проблему, подано у вигляді спрощеної функціональної діаграми на рис. 1.5.

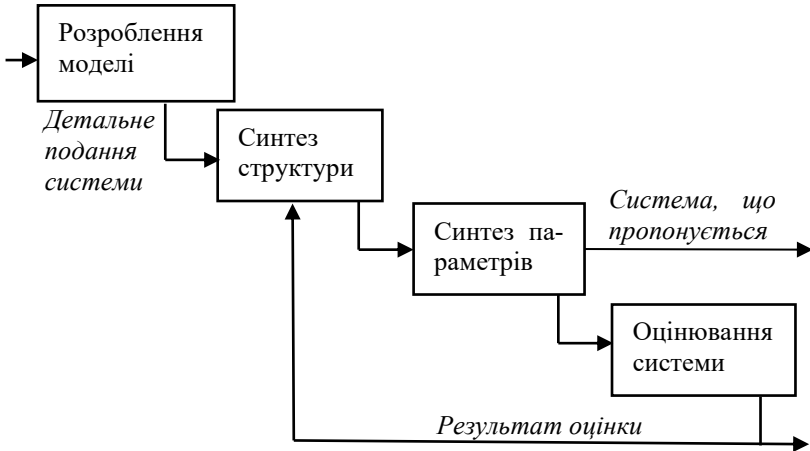


Рисунок 1.5 – Етап синтезу системи

На цьому етапі здійснюють:

1. **Розроблення моделі необхідної системи** (вибір математичного апарату, моделювання, оцінка моделі за критеріями адекватності, простоти, відповідності між точністю і складністю, балансу погрешностей, багатоваріантності реалізацій, блокової побудови).

2. **Синтез альтернативних структур системи**, що вирішує проблему.

3. **Синтез параметрів системи**, що вирішує проблему.

4. **Оцінювання варіантів синтезованої системи** (обґрунтування схеми оцінювання, реалізація моделі, проведення експерименту за оцінкою, оброблення результатів оцінювання, аналіз результатів, вибір якнайкращого варіанта).

1.4. Роль системи в системному аналізі

Термін «система» широко вживають як у науковій літературі, так і в повсякденному житті. Він означає сукупність об'єктів, які розглядаються як єдине ціле. Це поняття застосовують до різноманітних сфер, таких як виробництво, управління економікою, торгівля, обчислювальні системи, математичні рівняння та ін.

Під час формування систем об'єднують матеріальні (економічні, біологічні, технічні) та абстрактні (наукові, математичні) об'єкти, використовуючи для цього системоутворювальні ознаки.

Будь-який реальний об'єкт має безліч властивостей, і кожна з них можна віднести до певної системи як її елемент.

Наприклад, якщо розглядати академію як окрему систему, то з погляду ректора, проректора, головного бухгалтера, начальника служби охорони вона складається з різних підсистем і елементів, які мають різні функціональні властивості.

Загалом для відокремлення системи від зовнішнього середовища потрібно мати:

- **Об'єкт дослідження:** множина елементів, які утворюють певну сукупність. Ці елементи можуть охоплювати людей, природні об'єкти, технічні пристрої або їх складники, знаки-символи, слова тощо.
- **Суб'єкт дослідження:** спостерігач, що взаємодіє з об'єктом і визначає його властивості.
- **Завдання:** визначає ставлення спостерігача до об'єкта. Воно передбачає розподіл системи на складові елементи і підсистеми, а також вибір їх початкових властивостей.

Сукупність цих вимог є суб'єктивною і визначається конкретною метою дослідження. Вибір системоутворювальних ознак зазвичай важке завдання, яке може ускладнити спробу надати універсального визначення системі. З цієї

причини застосовують різні підходи до тлумачення терміна «система» залежно від рівня абстракції та мети дослідження.

Сукупність цих вимог і повна суб'єктивність неминучі. Коли мова йде про вибір системоутворювальних ознак, вони призводять до значних труднощів у разі спроби дати універсальне визначення системи. Тому залежно від мети дослідження застосовують різні підходи до тлумачення терміна «система», які відрізняються рівнем абстракції.

Обмежимося таким визначенням.

Під **системою** S розумітимемо множину взаємозв'язаних і взаємозалежних елементів різної природи, які об'єднані за деякими системоутворювальними ознаками, утворюють єдине ціле й підпорядковані загальній меті.

Навколишнє середовище E – усе те, що не увійшло до системи.

Через **вхід системи** навколишнє середовище (E) впливає на систему (S). Вхід містить канали для введення енергії, інформації та інших чинників із навколишнього середовища в систему.

Через **вихід системи** система (S) впливає на навколишнє середовище. Результати перетворення таких входів, як енергія чи інформація, виходять з системи через «вихідні» канали і подаються в навколишнє середовище.

Позначимо множину входів символом

$X = \{X_i\} = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, виходів – $Y = \{Y_j\} = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}$, відношення між ними, R , запишемо, як $Y R X$.

1.5. Елемент системи. Підсистеми

Елемент системи – неподільна частина системи, яка має певну самостійність. Термін «неподільність» відносний і показує те, що в деякій моделі системи важливіше розглядати цей елемент як цілісний об'єкт, ігноруючи його внутрішню структуру.

Підсистема – це частина системи, яка відрізняється за певними системоутворювальними ознаками. Наприклад, якщо розглядати економіку країни як систему, то окрему галузь економіки можна вважати підсистемою.

Важливо відзначити, що будь-яка система може бути підсистемою в іншій системі, яка розглядається як **надсистема**. **Навколишнє середовище** певної системи містить іншу систему, що складається з елементів, які не входять до цієї системи.

Елементи системи характеризуються лише зовнішніми проявами взаємодії з іншими елементами, що визначаються наявністю між ними зв'язків. Зв'язок елементів із навколишнім середовищем моделюється за допомогою входів і виходів. Графічна схема елемента наведена на рис. 1.6.

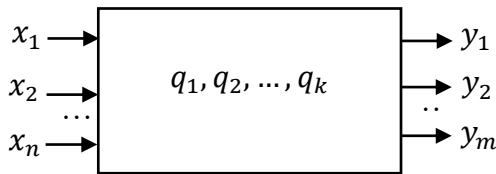


Рисунок 1.6 – Графічна схема елемента (системи)

Загалом елемент розглядають як перетворювач входів на виходи $Y=R X$, де R – символічне позначення сукупності перетворень множини входів на множини виходів.

Для того щоб приймати, запам'ятовувати та переробляти інформацію, елементи системи повинні змінювати свої властивості, тобто перебувати в різних станах. Елемент системи можна розглядати як набір показників, які можуть представляти різні характеристики елемента, такі як фізичні властивості, рівень активності тощо. Коли значення хоча б одного з цих показників змінюється, то елемент переходить в інший стан, що впливає на його взаємодію з іншими елементами системи. **Внутрішній стан елемента** являє собою

сукупність початкових властивостей $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}$. Система загалом також може розглядатися як елемент, оскільки має свої властивості та може переходити з одного стану в інший.

Показники можуть бути кількісними або якісними. **Кількісні показники** можуть бути безперервними або дискретними, тоді як **якісні показники** ранжуються за рівнем значущості. Прикладами якісних показників є інтелект або рівень знань студента.

Елементи системи можуть взаємодіяти між собою, змінюючи стани. Цей вплив може бути енергетичним, коли передається енергія, або інформаційним, коли передається сигнал чи дані. Крім того, стан елемента може змінюватися сам по собі, внаслідок внутрішніх процесів, або в результаті впливів, що надходять із навколишнього середовища. Це робить систему динамічною і взаємозалежною, оскільки стани елементів та їх взаємодія є ключовими аспектами функціонування системи загалом.

Тестові завдання до розділу

1. Визначте правильну, на вашу думку, послідовність появи термінів та понять системного аналізу:

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- системний аналіз;
 - тектологія;
 - кібернетика;
 - системологія;
 - системотехніка.

2. Щодо наведеної галузі (сфери) використання визначте, який із термінів потрібно використовувати найкращим чином:

- проєктування
- склад-
- них систем
- системологія;

- задачі військового характеру
- вивчення проблем проектування та управління
- задачі управління
- використання у технічних напрямках
- системні дослідження;
- дослідження операцій;
- кібернетика;
- системотехніка.

3. Виберіть, яке з обмежень визначає тип інформаційного бар'єра:

- складність задач управління
- пропускна здатність системи управління
- інформаційний бар'єр 1-го типу;
- інформаційний бар'єр 2-го типу.

4. Назвіть уточнювальні особливості щодо опису терміна «системний аналіз»:

- використовується тоді, коли спостерігається початкова невизначеність проблемної ситуації;
- основна увага приділяється процесу поставлення задачі;
- використовуються основні поняття теорії систем;
- призначений для організації процесу колективного ухвалення рішень;
- вимагає створення методики, що визначає послідовність етапів дослідження та методів їх виконання;
- досліджує процеси формування цілей та методик їх структуризації;
- основним методом дослідження є розбивання загальної невизначеності на підзадачі за умови збереження системного уявлення про об'єкт дослідження.

5. Відповідно до наведеного терміна виберіть його визначення:

- елемент • частина системи, що виокремлена за певною ознакою (ознаками) і має певну самостійність;
- підсистема • об'єкт, який має ряд властивостей та реалізує в системі певний закон функціонування;
- властивість • кількісна характеристика об'єкта;
- параметр • певна сторона об'єкта, що обумовлює його відмінність від інших та проявляється під час взаємодії з іншими об'єктами;
- показник • характеристика, що відображає якість і-ї системи або цільове спрямування процесу, який реалізується системою.

6. Серед наведених тверджень виберіть правильні:

середовище системи є сукупністю об'єктів поза системою, які впливають на елемент (систему), але самі не зазнають впливу системи (елемента);

кількісна характеристика об'єкта визначає не лише факт виконання певного відношення, а й ступінь переважання;

кількісна характеристика об'єкта визначає лише ступінь переважання одного об'єкта над іншим;

показник ефективності системи характеризує алгоритм її функціонування, а показник якості – можливість використання системи за її призначенням;

якість об'єкта визначається сукупністю його суттєвих властивостей, що виявляються під час його взаємодії з іншими об'єктами.

7. Чи правильним є твердження про те, що критерій ефективності системи є вирішальним правилом вибору кращої системи:

- так;
- ні?

8. За визначеним типом зв'язків системи визначте способи їх подання:

- | | |
|-----------------------|--|
| • структурні | • задають у матричному або графовому вигляді; |
| • причинно-наслідкові | • задають функціями, операторами, функціоналами; |
| • просторово-часові | • задають інфологічними моделями; |
| • інформаційні | • задають мовою формальної логіки. |

9. Визначте, які з наведених завдань системного аналізу можна віднести до завдань декомпозиції:

- оцінювання системи;
- морфологічний аналіз;
- виділення системи з середовища;
- опис чинників, що впливають.

10. Визначте, які з наведених завдань системного аналізу можуть бути віднесені до задач аналізу:

- дослідження та порівняння аналогів;
- опис системи у вигляді «чорного ящика»;
- розроблення моделі системи;
- формування вимог до створюваної системи.

11. Чи є правильним твердження про те, що умовою закінчення декомпозиції системи є опис її моделлю алгоритму функціонування, а не закону функціонування:

- так;

○ ні?

12. Відповідно до наведеного опису визначте тип декомпозиції систем під час проведення структурного аналізу:

- декомпозиція за життєвим циклом
- ознака виділення підсистем – сильний зв'язок між елементами за одним із типів відношень (зв'язків), що існують в системі (інформаційних, логічних, ієрархічних, енергетичних і т. ін.);
- функціональна декомпозиція
- ознака виділення підсистем – зміна закону функціонування. Цю стратегію слід застосовувати, коли метою системи є оптимізація процесів і коли можна визначити послідовні стадії перетворення входів у виходи;
- декомпозиція за фізичним процесом
- основним питанням є питання про те, які дії виконує система. Розбивання на підсистеми виконують на основі спільності функцій елементів;
- структурна декомпозиція
- ознака виділення підсистем – етапи виконання алгоритму функціонування підсистеми.

13. Зазначте, які завдання слід вирішувати на етапі аналізу ефективності під час проведення системних досліджень:

- формулювання вимог до створюваної системи;
- вибір критеріїв оцінки й обмежень;
- вибір шкали вимірювання показників;
- формування критеріїв ефективності;
- побудова прогнозів;
- формування показників ефективності.

14. Під час дослідження деякої системи визначено, що загальна кількість її інформаційних масивів – 25, причому 10 інформаційних масивів спільно використовуються її підсистемами. Визначте коефіцієнт інформаційного взаємозв'язку такої системи з точністю до сотих, використовуючи як роздільник із цілою частиною знак "." _

РОЗДІЛ 2

СИСТЕМОУТВОРЮВАЛЬНІ ЧИННИКИ ТА ПІДХОДИ ДО ОПИСУ СИСТЕМ

2.1 Системоутворювальні чинники

Системоутворювальні чинники відіграють ключову роль у формуванні та функціонуванні систем. Вони можуть бути внутрішніми чи зовнішніми щодо системи і виконують кілька важливих функцій:

1. Виникнення системи. Системоутворювальні чинники можуть бути джерелом виникнення систем. Наявність системоутворювального чинника може свідчити про виникнення потреби в упорядкуванні, структуризації та об'єднанні елементів для досягнення конкретних цілей чи задоволення певних потреб.

2. Підтримання рівноваги. Якщо система виходить з рівноваги, то системоутворювальні чинники можуть впливати на неї, стимулюючи зусилля системи для повернення до стану рівноваги. Це залучить внутрішні або зовнішні сили, які забезпечують стабільність та ефективність системи.

3. Сприяння спадкоємству в системі. Системоутворювальні чинники можуть впливати на спадкоємство в системі, допомагаючи зберігати та передавати інформацію, включаючи традиції, знання та історію. Це сприяє утриманню та розвитку системи впродовж тривалого часу.

4. Приховані чинники. Деякі системоутворювальні чинники можуть бути прихованими і потребувати спеціальних досліджень для їх виявлення. Це може передбачати неочевидні чи невидимі впливи, які можуть мати велике значення для системи.

5. Протилежність системі. Іноді системоутворювальні чинники можуть бути протилежними системі, яку вони утворюють. Наприклад, зовнішній ворог може привести до

консолідації й об'єднання в системі відповідно до ситуації в політиці та житті людей.

Внутрішні чинники, що утворюють систему, можуть виникати внаслідок об'єднання окремих елементів, групи елементів або всієї множини елементів. До цього переліку входять:

1. **Спільність природної якості елементів.** Ця спільність дозволяє існувати різним природним системам, оскільки елементи подібної природної якості мають унікальні та особливі взаємозв'язки.

2. **Взаємодоповнення.** Цей чинник забезпечує зв'язок між однорідними та різнорідними елементами в системі, де кожен елемент доповнює функції та можливості інших.

3. **Чинники індукції.** Ці чинники відображають властивість систем живої та неживої природи «добудовувати» себе до завершеності, як у разі відновлення уламка кристала до його первинної форми.

4. **Постійні стабілізуювальні чинники системоутворення.** Вони охоплюють постійні жорсткі зв'язки, що забезпечують цілісність системи, як, наприклад, каркас будівлі чи скелет організму.

5. **Зв'язки обміну та функціональні зв'язки.** Ці зв'язки є суттєвими для будь-якої взаємодії елементів, за такої умови характер обміну залежить від рівня розвитку елементів, що взаємодіють, чи підсистем у системі. У суспільстві основний зв'язок такого типу – економічний.

6. **Функціональні зв'язки.** Вони виникають внаслідок специфічної взаємодії елементів системи та нерідко мають тимчасовий характер. Системи, утворені за допомогою цих зв'язків, можуть розпадатися, якщо відсутні постійні системоутворювальні чинники. Ці чинники можуть бути як внутрішні, так і зовнішні.

7. **Внутрішні та зовнішні зв'язки.** Внутрішні елементи утворюваної системи взаємодіють як єдність подібних елементів, тоді як зовнішні елементи можуть залишатися байдужими один до одного, створюючи індиферентні системи, як-от купа каменів чи мішок зерна.

Розуміння системоутворювальних чинників допомагає визначити, як об'єкти чи елементи можуть бути організовані в системи відповідно до різних властивостей та взаємодій.

2.2 Структура системи

Структура системи – це сукупність її елементів і зв'язків між ними, за якими можуть проходити сигнали і впливи. Формально структуру найчастіше зображують графічно у вигляді схеми або графіка (рис. 2.1).

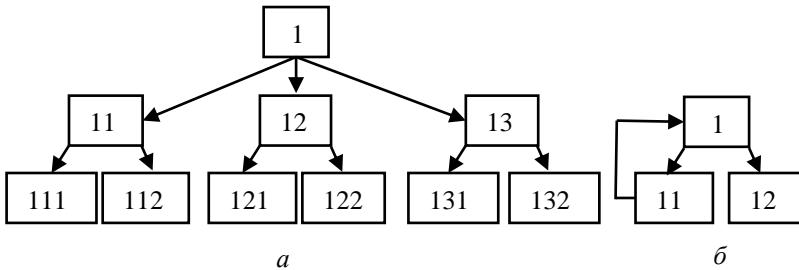


Рисунок 2.1 – Графічне зображення структури:
а – без зворотного зв'язку; *б* – зі зворотним зв'язком

2.3 Типи та властивості систем

Найбільш поширені типи систем:

Абстрактні системи складаються з елементів, які не мають фізичних аналогів у реальному світі. Наприклад, системи рівнянь, системи числення, ідеї, плани, гіпотези, теорії.

Штучні – це системи, які створила людина.

Прості системи – такі, які можна описати з необхідною точністю.

Більш складні системи – складаються з числових взаємозалежностей і таких, що взаємодіють між собою, різнорідних елементів і підсистем. Складні системи мають принципово нові властивості, яких не має жоден зі складових елементів.

Ізольовані або закриті системи – відокремлені від зовнішнього середовища і не взаємодіють або не обмінюються енергією, інформацією та іншими ресурсами з навколишнім світом. Ці системи вважають самодостатніми, оскільки їх внутрішні процеси та ресурси залишаються в межах системи, і вони функціонують незалежно від зовнішніх впливів.

Організаційні системи – соціальні системи, групи, колективи людей.

Кібернетичні системи – складні динамічні системи з керуванням. Така система являє собою групу взаємозалежних об'єктів або елементів, які мають здатність приймати, запам'ятовувати, переробляти інформацію, а також взаємодіяти та обмінюватися нею між собою.

Кібернетичні системи мають деякі нові властивості:

- 1) багатоваріантність поведінки;
- 2) керованість;
- 3) наявність пристрою керування;
- 4) здатність взаємодіяти із зовнішнім середовищем (як безпосередньо, так і через пристрій керування);
- 5) наявність між системою, середовищем і пристроєм керування каналів інформації;
- 6) інформація, що переміщується через ці канали, може породжувати зворотний зв'язок, який використовують для керування системою;

7) цілеспрямованість у керуванні системою полягає в тому, щоб досягти певного положення або стану, компенсуючи зовнішні впливи;

8) досягнення визначеної цілі, так само, як і поведінка системи, має ймовірнісний характер і визначається відношенням потужності збурювальних дій і ефективності пристрою керування;

9) властивість рівноваги – це характеристика кібернетичних систем, яка виявляється в їх здатності пристосовуватися та компенсувати збурювальні впливи, щоб повертатися до початкового стану або положення;

10) властивість самоорганізації – це характеристика кібернетичних систем, що виявляється в їх здатності самостійно оновлювати та змінювати свою структуру та спосіб функціонування для компенсації збурювальних впливів.

Починаючи порівнювати і розрізняти системи, ми тим самим вводимо і здійснюємо їх класифікацію. Важливо зрозуміти, що класифікація – це тільки модель реальності. Тому класифікацію не слід абсолютизувати – реальність складніша за модель.

Іноді є впевненість у повноті класифікації, іноді немає (і тоді має сенс вводити клас «все інше»), а іноді наша впевненість виявляється незнанням (наприклад, «очевидне» розділення всіх людей на чоловіків і жінок «не спрацьовує» на генетичному рівні: на початку 80-х років у міжнародному спорті був введений генетичний тест для деяких жіночих олімпійських видів).

2.4 Підходи до описування систем

Описуючи систему, найчастіше застосовують два способи: графічний (схеми, графіки) і аналітичний (математичні залежності, система рівнянь). Розглянемо систему

$S = \{q_1, q_2, q_3\}$, де q_1, q_2, q_3 – лінійні перетворювачі; φ і f – перетворювачі, що реалізують відповідну функцію φ і f ; Σ_1, Σ_2 – суматори (рис. 2.2).

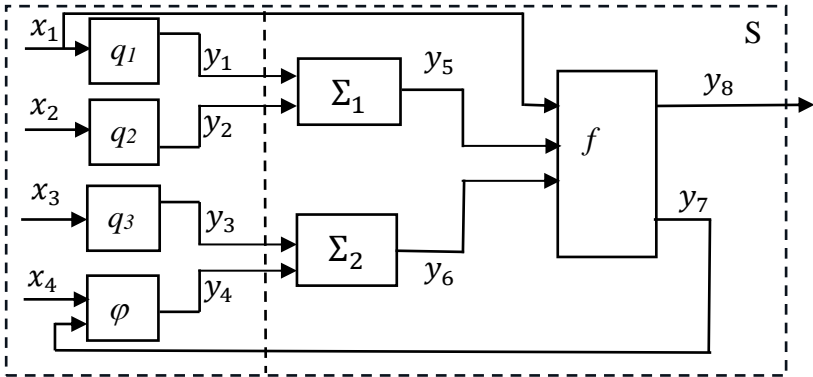


Рисунок 2.2 – Схема системи

Звідси маємо:

$$\begin{cases} y_1 = q_1 x_1, \\ y_2 = q_2 x_2, \\ y_3 = q_3 x_3, \\ y_4 = \phi(x_4, y_7); \end{cases} \begin{cases} y_7 = f_1(y_5, x_1), \\ y_6 = y_3 + y_4, \\ y_5 = y_1 + y_2, \\ y_8 = f_2(y_5, y_6); \end{cases}$$

Кількість ступенів вільності системи можна визначити як різницю між загальною кількістю змінних і кількістю рівнянь зв'язків між ними. У цьому прикладі система має чотири ступені вільності. Це означає, що в системі можна визначити чотири незалежні змінні, які можуть змінюватися незалежно одна від одної, не обмежуючи одна одну через зв'язки або обмеження. Ступені вільності важливі для визначення рівня складності та гнучкості системи. Чим більше ступенів вільності, тим більше можливостей для незалежних змін системних параметрів.

Системи, у яких із часом відбуваються деякі зміни, називають **динамічними**. Стан системи у будь-який момент часу можна описати за допомогою набору певних величин – параметрів, які характеризують виходи системи. Зміну станів системи з часом називають рухом системи.

Описуючи зміну станів і рух системи, застосовують такі способи:

- **вербальний** – полягає в послідовному перерахуванні та описуванні характеристик стану системи, досягаючи в результаті перше наближення динамічного опису;
- **графічний** – формує діаграми й графіки, які дають візуальне уявлення про динаміку процесу в системі;
- **табличний** – дає кількісну оцінку стану системи в дискретний момент часу;
- **математичний** – полягає в математичному записі функціональної залежності стану системи від часу і значень її входів. Цей спосіб використовує рівняння та формули для вираження взаємозв'язків між різними елементами системи, а також визначення їх динамічної поведінки.

Тестові завдання до розділу

1. Визначте правильну, на вашу думку, послідовність формувань уявлення про систему:

- 1 • визначення основних процесів, що відбуваються у системі, а також основних чинників керування;
- 2 • визначення основних функцій та модулів системи;
- 3 • визначення властивостей, цілей та призначення системи;
- 4 • визначення основних зовнішніх впливів, а також характеру таких впливів;
- 5 • визначення структури та ієрархії модулів системи, їх взаємозв'язку;

- 6 • визначення всіх елементів та зв'язків системи, важливих для подальшого розгляду;
- 7 • розгляд можливих змін та невизначеностей у разі функціонування системи;
- 8 • виділення ступеня невизначеності в системі та ситуацій, що призводять до невизначеності.

2. Із наведеного переліку виберіть ті етапи системного дослідження, які сприяють формуванню загального уявлення про систему:

визначення типу, ступеня та сили впливу зовнішніх чинників на систему;

дослідження динаміки основних змін у системі, визначення параметрів станів системи та чинників, що впливають на ці стани;

дослідження повільних небажаних змін властивостей системи з часом – «старіння»;

введення у систему керування та процедур ухвалення рішень;

дослідження чутливості найбільш важливих властивостей (виходів) системи;

визначення основних керувальних впливів на систему, їх типу, джерел та ступеня дії на систему.

3. Відповідно до наведеного поняття знайдіть найбільш повне, на вашу думку, його визначення:

- | | |
|-------------------|--|
| • елемент системи | • неподільна частина системи, яка має деяку самостійність відносно всієї системи; |
| • система | • частина системи, виокремлена за тією чи іншою системоутворювальною ознакою; |
| • підсистема | • множина об'єктів різного походження, що об'єднані за певними ознаками і утворюють єдине ціле, підпорядковане загальній меті. |

4. Чи правильним, на вашу думку, є твердження про те, що у разі виходу наявної системи з рівноважного стану для її повернення у рівноважний стан потрібна дія нових, а не вже наявних (виділених) системоутворювальних чинників:

- так;
- ні?

5. Серед наведеного переліку виберіть зовнішні системоутворювальні чинники:

- спільність природної якості (природи) елементів;
- взаємодоповнення, що забезпечує зв'язок одно- та різнорідних елементів;
- індукція;
- зв'язки обміну між елементами системи;
- функціональні зв'язки;
- наявність інших систем у загальному середовищі.

6. За наведеним типом системи знайдіть її опис:

- | | |
|-------------------|---|
| • прості | • створені людиною; |
| • абстрактні | • мають принципово нові властивості, такі, яких не мають їх елементи; |
| • організаційні | • можуть бути описані з необхідною точністю; |
| • кібернетичні | • соціальні системи, групи, колективи людей; |
| • штучні | • складні динамічні системи керування; |
| • складні системи | • складаються з елементів, що не мають аналогів у реальному світі. |

7. Серед наведених властивостей виберіть ті, які є характерними для кібернетичних систем:

- багатоваріантність поведінки;
- наявність пристрою керування;
- безпосередній вплив особи, що ухвалює рішення;

здатність пристрою керування повертати систему до початкового стану;

зміна мети функціонування системи у разі дії зовнішніх чинників.

8. Серед наведених властивостей кібернетичних систем виберіть не характерні саме для такого типу систем:

цілеспрямованість;

рівновага відносно дії зовнішніх чинників;

багатоваріантність;

здатність інформації знищувати зайві зворотні зв'язки у системі;

наявність між системою та середовищем керування зворотних зв'язків;

самостійність щодо особи, яка ухвалює рішення.

9. Відповідно до наведеного терміна, що характеризує спосіб визначення системи, знайдіть його опис:

• математичний

• послідовне перерахування та опис характеристики стану системи;

• графічний

• кількісна оцінка стану системи в дискретний момент часу;

• вербальний

• створення діаграм і графіків, що дають візуальне уявлення про динаміку процесу в системі;

• табличний

• установлення функціональної залежності стану системи від часу і значень входів системи.

10. Визначте, які типи систем не можуть входити до класифікації за типом операторів систем:

«сірий» ящик;

«білий» ящик;

«чорний» ящик;

непараметризований клас;

параметризований клас;

безінерційні системи з пам'яттю.

РОЗДІЛ 3 ІНФОРМАЦІЯ

3.1 Інформація. Дані та операції з ними. Форми подання даних

Системоутворювальні чинники виконують цілком визначені функції щодо систем:

Інформація – одне з головних понять кібернетики. Незважаючи на інтуїтивну зрозумілість терміна «інформація» і його велике значення для багатьох наукових дисциплін, не існує його загальноприйнятого визначення.

У побуті слово «інформація» ототожнюється зі змістом якихось відомостей, які можуть набирати форми усного повідомлення, листа, доповіді, результатів деякого дослідження, спостереження тощо.

Залежно від сфери дослідження та класу вирішуваних завдань користуються різними визначеннями поняття «інформація». Розглянемо декілька підходів до визначення інформації.

Інформація може бути визначена за різними підходами, залежно від сфери дослідження та типу завдань. Один із підходів визначає **інформацію** як сукупність сигналів, які сприймаються свідомістю і відображають властивості об'єктів і явищ зовнішнього світу. Важливою характеристикою цих сигналів є можливість їх зберігання, передавання та оброблення. Таке визначення є пояснювальним, не претендуючи на абсолютну строгість і вичерпність. Наведемо інше визначення інформації.

Інформація – це комунікація, зв'язок, у процесі якого зменшується невизначеність (К. Шеннон [11]).

Останнє визначення ґрунтується на схематичному зображенні процесу передавання інформації, згідно з яким можна виокремити передавач і приймач інформації. Унаслідок їх взаємодії і виникає інформація – деяке повідомлення,

яке тим або іншим чином зменшує непоінформованість споживача (приймача) щодо деякого факту, об'єкта, явища.

У кібернетиці, визначаючи термін «інформація», акцентують увагу на тому, що вона зменшує невизначеність.

Інформацію тлумачать як повідомлення чи відомості щодо певної події, діяльності або розвитку процесу, спрямовані на зменшення невизначеності щодо призначення цього явища.

Слід розрізняти поняття «інформація» і поняття «знання» й «дані». Дані зазвичай розглядають як інформацію, яка подана в певних формах і може бути оброблена за участі певних процесів. Натомість знання – це інформація, яка за допомогою логічних міркувань може бути використана для отримання певних висновків. Отже, дані можуть стати інформацією, а інформація може перетворитися на знання під впливом аналізу та розуміння. Розглянемо взаємозв'язок між цими поняттями.

Сукупність повідомлень і фактів про реальні події, які не співвіднесені з можливостями їх використання, називають **даними**. Якщо ці дані досягають певного споживача і він співвідносить одержані дані з можливостями їх використання, то в такому разі дані містять певні **знання**.

Інформація існує лише в контексті системи, до якої входять спостерігач, завдання та об'єкт дослідження. Інформація набуває свого сенсу та корисності залежно від того, як її використовують в межах цієї системи для вирішення конкретного завдання або досягнення певної мети.

Під час інформаційного процесу дані перетворюються з одного виду в інший за допомогою певних операцій. Основні операції з даними передбачають:

- **збір даних** (акумуляування інформації для забезпечення підґрунтя у разі ухвалення рішень);
- **формалізація даних** (зведення інформації з різних джерел до єдиної форми для подальшого порівняння);

- **фільтрація даних** (відсіювання зайвих даних, що не є необхідними для ухвалення рішень, з метою зниження рівня «шуму» і підвищення достовірності та адекватності інформації);
- **сортування даних** (упорядковування інформації за певними критеріями для полегшення аналізу);
- **архівация** (організація зберігання даних у зручній, компактній формі з метою зниження економічних витрат на зберігання і підвищення надійності інформаційної системи (ІС));
- **захист** (комплекс дій, спрямованих на запобігання втратам, модифікації або несанкціонованому доступу до даних та їх тиражуванню);
- **транспортування** (приймання і передавання даних між віддаленими учасниками інформаційного процесу);
- **перетворення даних** (перетворення даних із однієї форми або структури в іншу). Таке перетворення може бути пов'язане зі зміною типу фізичного носія.

Правильна **структура даних** важлива для ефективної автоматизації оброблення великих обсягів інформації. Структуровані дані дозволяють установлювати внутрішні зв'язки між елементами та надають кожному елементу унікальної адреси чи місцезнаходження. Це полегшує доступ до конкретних даних і прискорює їх оброблення.

Наприклад, у реляційних базах даних дані структуровані у вигляді таблиць, де кожен рядок являє собою окремий запис, а кожний стовпчик – конкретний атрибут. Така організація даних дозволяє легко виконувати операції з пошуком, фільтрацією та аналізом. Правильна структура інформації є ключовим елементом для оптимізації роботи з великими обсягами даних.

Найбільш поширеними є такі типи структур.

Лінійні структури – це добре відомі списки. **Список** – проста структура даних, у якій кожен елемент однозначно

визначено своїм номером. Наприклад, журнал студентів групи має структуру списку, оскільки кожен студент групи зареєстрований під своїм унікальним номером.

Табличні структури, такі як реляційні бази даних, використовують двовимірні таблиці, де кожен елемент має адресу у вигляді пари значень (рядок, стовпчик). Це дозволяє легко організовувати та виконувати операції з даними, зокрема пошук та фільтрацію.

Ієрархічні структури характеризуються тим, що кожен елемент даних має адресу, яка визначається шляхом доступу або маршрутом від вершини структури до конкретного елемента. Це може бути подано у вигляді дерева чи іншої ієрархічної структури, де кожен вузол може мати багато підвузлів.

Основним методом організації простих структур є **сортування**. Проте прості структури мають певні недоліки. Найперше їх важко відновлювати, оскільки з додаванням до таких структур нового елемента можуть змінюватися адреси інших елементів. Тому в системах автоматичної обробки інформації необхідні спеціальні засоби для вирішення цієї проблеми.

Ієрархічні структури за формою складніші, але в них не виникає проблем з оновленням даних. Їх легко розвивати, створюючи нові рівні. Недоліком ієрархічних структур є трудомісткість запису адреси елемента, обумовлена зростанням шляху доступу, а також складність їх упорядкування.

3.2 Кодування інформації

Розглянемо основні поняття, які пов'язані з кодуванням і передаванням інформації.

Подією називатимемо кожну кількісну або якісну визначеність станів системи, яка фіксується спостереженнями. Кожен стан системи може бути відображений через певні значення або послідовності значень певної величини, яка

характеризує параметри системи. Зміна цієї величини може бути механізмом передачі інформації від одного елемента системи до іншого.

Сигналом називатимемо фізичний процес, який є матеріальним втіленням повідомлення.

Каналом зв'язку називають систему або середовище, в якому здійснюється передавання сигналу. Усі повідомлення, які планують передавати через канали зв'язку або обробляти в кібернетичній системі, повинні пройти через кодування. Це означає, що вони мають бути заздалегідь перетворені на мову сигналів, яка відповідає специфікаціям каналу чи системи. Кодування може передбачати перетворення інформації у формат, придатний для передавання, і враховувати особливості передавального середовища або методи оброблення в конкретній кібернетичній системі.

Кодування може бути визначене як процес подання інформації у вигляді конкретної послідовності символів, яку називають кодовими комбінаціями. Ця послідовність може бути подана або перекодована у вигляді сукупностей фізичних сигналів, таких як акустичні, оптичні, електричні тощо. Такий процес дозволяє передавати інформацію від одного пункту до іншого через різні передавальні середовища чи системи.

Кодування – це процес перетворення інформації з одного виду в інший для передавання, зберігання чи оброблення. Наприклад, коли ви спостерігаєте за пейзажем, інформація про нього спочатку кодується у світлові сигнали, які потім перекодовуються в нейронні сигнали в очі, і далі – у відчуття та образи в головному мозку. Якщо вам потрібно зафіксувати цю інформацію, ви можете кодувати її у вигляді тексту на папері. У разі передавання цієї інформації по телефону вона кодується у звукові коливання, а потім декодується на протилежному кінці для сприйняття адреса-

том. Отже, кодування використовують для забезпечення передавання та зберігання інформації в різних формах, щоб вона відповідала конкретним потребам та системам сприйняття.

У математичному контексті кодування можна визначити як відображення довільної множини A в іншу множину B . Множина B містить кінцевий алфавіт, який складається з символів. Кодування встановлює відповідність між елементами множини A і символами алфавіту множини B .

Формально кодування може бути подане як функція

$$f: A \rightarrow B,$$

де f відображає елементи з множини A у символи з множини B . Кількість різних символів (букв), що входять в алфавіт, називають об'ємом алфавіту. У множині B за певними правилами можна будувати послідовності символів, які називають словами.

Кодуванням називають відображення довільної множини A в множину кінцевих послідовностей (слів), утворених за допомогою деякого алфавіту множини B , а **декодуванням** – зворотне відображення.

Кодом називають сукупність знаків (символів) алфавіту B і слів, складених із них за певними правилами і призначених для однозначного відображення множини A у множину B .

До будь-якої системи кодування ставлять такі вимоги:

1) **взаємна однозначність перетворень** множини A у множину B , що відбувається у разі кодування, та зворотного перетворення (декодування) – необхідна умова відсутності помилок в інтерпретації початкової інформації;

2) **економічність кодування** забезпечується передусім мінімізацією довжини комбінацій і довжини інформаційних текстів;

3) **відмовостійкість** в контексті кодування свідчить про можливість виявлення і виправлення помилок, що можуть виникнути в кодових комбінаціях під впливом перешкод або збоїв. Ця характеристика є важливою для забезпечення надійності інформаційних систем.

Відмітимо, що друга й третя вимоги взаємно суперечливі, оскільки підвищення відмовостійкості коду досягається збільшенням довжини слів, унаслідок чого знижується економічність систем кодування.

Схема системи зв'язку наведена на рис. 3.1. Вона відображає найважливіші елементи системи зв'язку.

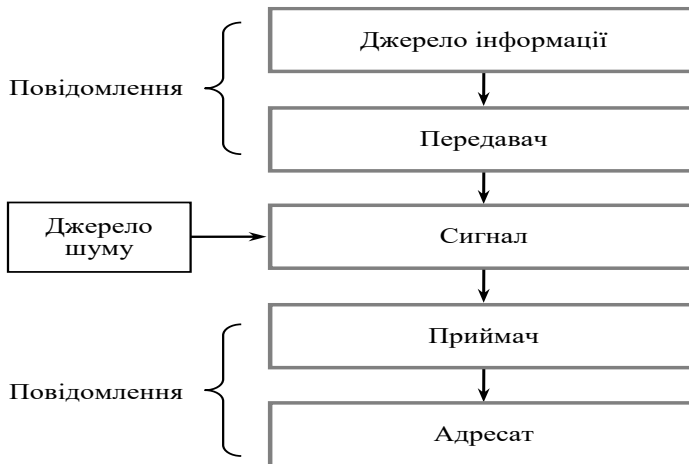


Рисунок 3.1 – Принципова схема системи зв'язку

Людське мислення у процесі перероблення інформації є своєрідним каналом зв'язку з шумами. Ефективність управлінських рішень значною мірою залежить від пропускну здатності цього каналу. Пропускна здатність каналу визначає максимальний обсяг інформації, який може бути переданий через цей канал упродовж певного часу. Чим вища пропускна здатність, тим більше інформації може

бути передано, що може позитивно впливати на швидкість та якість ухвалення управлінських рішень.

Розглянемо питання про вибір цифрового алфавіту для кодування величин, тобто про вибір **системи числення**.

У будь-якій позиційній системі числення деяке число N визначається виразом

$$N_{(a)} = \sum_{i=1}^n k_i a^{i-1},$$

де a – основа системи числення (обсяг цифрового алфавіту);

n – кількість розрядів у числі;

i – порядковий номер розряду;

k_i – коефіцієнт, який може мати a різних значень:

$$k_i = 0, 1, 2, (a - 1).$$

За таких умов число N у системі з основою a можемо записати у вигляді

$$N_i = k_n, k_{n-1}, k_{n-2}, \dots, k_2, k_1.$$

Наприклад:

$$\begin{aligned} 27_{(10)} &= 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 \Rightarrow 27_{(2)} = 11011 = \\ &= {}_5 2^{5-1} + k_4 2^{4-1} + k_3 2^{3-1} + k_2 2^{2-1} + k_1 2^{1-1}. \end{aligned}$$

Зі зменшенням основи a , тобто спрощенням алфавіту, відбувається зміна його кодової комбінації.

У разі передавання та електронного оброблення інформації зручною є двійкова система числення, у якій $a = 2$ і k_i може набувати лише двох значень: 0 і 1.

3.3 Надмірність інформації

Розгляд питання про надмірність інформації доцільно почати з деяких загальних міркувань щодо структури природної мови. Наприклад, український алфавіт містить 33 літери. Якщо кожна нова комбінація літер означає і нове слово, і нове поняття, то яку кількість слів різної довжини

можна скласти? Це завдання комбінаторики полягає у визначенні кількості N можливих різних розміщень із повтореннями з a елементів. Відомо, що $N = a^n$.

У такому разі N можлива кількість різних слів, $a = 33$, n – довжина слів, тобто кількість літер у слові.

Отже, використовуючи 33-літерний алфавіт, можна скласти:

$$N_1 = 32^1 = 32 \text{ однолітерних слова;}$$

$N_2 = 32^2 = 1024$ дволітерних слів (аб, ба, КП, ЛП, ...);

$N_3 = 32^3 = 32768$ трилітерних слів (зоб, нал, лал, лаа, ...);

$N_4 = 32^4 > 10^6$ чотирилітерних слів (сіно, лоно, ааба, баба, ...);

$$N_5 = 32^5 > 30 \times 10^6 \text{ п'ятилітерних слів;}$$

$$N_6 = 32^6 > 10^9 \text{ шестилітерних слів.}$$

Кількість слів, яку ви знайдете в орфографічних довідниках та двомовних словниках, зазвичай обмежується декількома десятками тисяч.

Мова, алфавіт якої складається з чотирьох літер, містила б понад мільйон слів, тобто значно більше, ніж взагалі існує в українській або будь-якій іншій мові.

Використання штучної мови з тривіальними словами по три букви може привести до приблизного скорочення обсягу книг, тривалості лекцій, телефонних розмов, службового листування та інших подібних ситуацій удвічі. Проте побудова й використання такої мови практично нездійсненні з кількох причин.

По-перше, будь-яка жива мова є продуктом історично сформованих категорій, яка дуже стійко зберігає свою особливу структуру, лексику, граматику.

Друга причина полягає в тому, що слова у штучній мові виявляються незручними для вживання та важкими для запам'ятовування.

Третя причина полягає в тому, що така мова була б ненадійним засобом спілкування, оскільки будь-яка помилка, перекручення або неправильний звук можуть призвести до зміни семантичного значення слова.

Надійність розпізнавання слів досягається за рахунок їх зайвої довжини.

У будь-якій природній мові у такий спосіб спостерігається надмірність – властивість, яка характеризує можливість подання інформації в економічнішій формі, тобто менш короткими кодами.

Усе це стосується так званої **інформаційної надлишковості** (надлишковості кодування) – використання слів, код яких хоча і містить зайві елементи (символи) з погляду економічності, проте забезпечує надійність повідомлень.

З метою підвищення надійності також використовують інші види надмірності, такі як структурна, часова та функціональна.

Структурна надлишковість полягає в дублюванні або багаторазовому резервуванні устаткування, тобто тих чи інших органів (у живому організмі) або деталей машини, агрегатів.

Структурна надлишковість виявляється у використанні дублювання або множинного резервування обладнання, зокрема деталей машин і агрегатів. Це передбачає наявність запасних частин, які можуть призначатися для заміщення або відновлення функцій у разі відмови основного обладнання.

Часова надлишковість є сукупністю методів підвищення надійності систем за рахунок збільшення часу вирішення тих або інших завдань передавання та оброблення інформації (наприклад, повторне передавання тієї самої інформації; повторне виконання обчислень в одному і тому самому завданні).

Функціональна надлишковість передбачає заходи, спрямовані на збереження працездатності системи у разі виходу деяких параметрів (напруга, температура, тиск тощо) за межі допустимих значень. Це може передбачати автоматичне виключення чи перехід на альтернативні ресурси для уникнення непередбачених ситуацій. Одним із найбільш ефективних засобів підвищення функціональної надійності є введення в систему негативних зворотних зв'язків).

3.4 Економічна інформація та її властивості

Загалом під економічною інформацією можна розуміти інформацію, яка виникає у процесі підготовки та здійснення виробничо-господарської діяльності та використовується для управління цією діяльністю.

Економічна інформація – це сукупність повідомлень, зміст яких необхідний на різних рівнях планування та управління економічними об'єктами. З цього погляду під економічною інформацією розуміють:

- знання спостерігача про економічний об'єкт;
- якісні та кількісні характеристики компонентів економічної системи (ЕС);
- сукупність взаємозв'язків між компонентами ЕС;
- відомості, які зменшують невизначеність ситуації в ЕС із погляду вирішення певного завдання управління;
- нематеріальні складні системи – знання, звички, методи, точніше інформаційні схеми ЕС;
- повідомлення, що циркулюють в ЕС і використовуються для обміну інформацією між нею та навколишнім середовищем, а також із іншими ЕС;
- деякі загальновизнані знання, відомості, правила і звичаї, які визначають дії та рішення людей та колективів у їх виробничій та економічній діяльності. Це акти законодавства, правові норми господарської діяльності, «контрольні

цифри» і показники планування, які існують в юридичній та економічній сферах.

Для правильного визначення цілей і ефективних методів діяльності необхідно мати відомості про зовнішнє середовище (зовнішня інформація), а з іншого боку – про внутрішній стан і функціонування системи (внутрішня інформація).

Зовнішню інформацію можна класифікувати так:

- 1. Чинне законодавство, накази, розпорядження, інструкції керівних органів.** Ця інформація стає особливо важливою під час розроблення стратегічних і тактичних планів розвитку об'єкта управління.
- 2. Демографічні та соціальні тренди розвитку суспільства.** Ця інформація важлива для планування обсягів виробництва.
- 3. Економічні тенденції розвитку, до яких належать обсяг і тенденції зміни ВВП, грошової маси, рівень безробіття, валютний курс, рівень цін тощо.** Це корисно для ухвалення планових рішень.
- 4. Рівень і тренди розвитку технологій за галузями.** Ця інформація може вплинути на стратегію виробництва нових видів продукції та розроблення нових технологічних процесів.
- 5. Чинники виробництва.** Ця інформація відображає характеристики джерел, витрат, розміщення, доступності та продуктивності ключових компонентів виробництва.
- 6. Інформація про попит, якість, надійність та інші характеристики продукції.**
- 7. Інформація про стан справ у постачальників, споживачів і конкурентів.**

Повне, вичерпне задоволення потреб в інформації про зовнішнє середовище, напевно, неможливе. Проте ці потреби потрібно враховувати.

Можна виділити декілька способів пошуку інформації:

1. Пасивне спостереження. Фахівці, які вивчають навколишнє середовище, не ставлять перед собою конкретних цілей пошуку. Вони лише збирають дані про загальні тенденції, що можуть бути в майбутньому корисними.

2. Цільове спостереження (моніторинг). Увагу звертають на певну сферу діяльності; фахівці активно вивчають та аналізують інформацію у цьому конкретному контексті.

Деталізоване вивчення інформації про внутрішній стан системи є ключовим аспектом у процесах планування та оперативного управління. У контексті цього підходу важливо приділяти увагу внутрішній інформації, оскільки вона є визначальною для ухвалення рішень та забезпечення ефективної діяльності системи.

Внутрішня інформація призначена для усунення відхилень між реальною ситуацією та плановими показниками, а також для виявлення сильних і слабких сторін системи. Внутрішню інформацію поділяють на виробничу, фінансово-економічну, інформацію про діяльність різних підсистем у системі, інформацію про використання матеріальних, енергетичних і кадрових ресурсів у системі, інформацію про систему управління тощо.

Економічну інформацію класифікують як **первинну й похідну**.

Для кожної економічної системи буде свій поділ на первинну та похідну інформацію. У будь-якому разі первинною інформацією буде та, що надійшла зовні, а похідна перероблена всередині системи.

Основні характеристики інформації полягають у:

- **повноті** – відображає достатність інформації для ухвалення управлінських рішень або для створення на її базі нової інформації;
- **достовірності (адекватності)** – ступінь відповідності інформації реальному стану об'єктивної дійсності;

– **цінності (корисності)** – характеризує, якою мірою інформація сприяє досягненню цілей і завдань споживача (наприклад, системи управління);

– **коректності** – таке об'єднання форми та змісту інформації, за якого забезпечується її однозначне сприйняття всіма споживачами;

– **актуальності** – ступінь своєчасності інформації, її відповідності теперішньому моменту, а також її адекватності дійсному стану досліджуваного об'єкта.

Ентропія (інформаційна) – в інформаційному контексті визначається як міра невизначеності або хаосу в інформації. Вона свідчить про те, наскільки передача певної інформації є випадковою чи непередбачуваною. Вища ентропія показує більший ступінь хаосу або невизначеності, тоді як низька ентропія – більш визначену та упорядковану інформацію.

Ентропія також може бути розглянута як максимальна можлива кількість інформації, яку можна передати на один символ у повідомленні без втрат. У разі відсутності втрат ідеальний код буде використовувати всю доступну ентропію для передачі інформації. Такий код вважають ентропійним кодом.

Максимальна ентропія досягається, коли всі можливі символи мають однакову ймовірність входження. У такому разі інформаційний потік є максимально різноманітним і найбільш ефективним з погляду передавання інформації.

Наприклад, у послідовності букв, що утворюють яке-небудь речення, різні букви з'являються з різною частотою, тому невизначеність появи для деяких букв менша, ніж для інших.

Формула для розрахунку ентропії в інформаційній теорії може бути виражена як

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2 p(x_i),$$

де $H(x)$ – ентропія системи;

$p(x_i)$ – ймовірність вибору символу;
 n – кількість можливих станів.

$H(x)$ також називають **середньою ентропією повідомлення**.

$\log_2 \frac{1}{p(x_i)}$ називають **частковою ентропією**. Вона характеризує тільки i -й стан.

Ентропія події x є сумою з протилежним знаком усіх добутків відносних частот появи події x_i , помножених на їх двійкові логарифми (основа логарифму 2 вибрана тільки для зручності роботи з інформацією, поданою в двійковій формі).

Шеннон припустив, що приріст інформації дорівнює втраченій невизначеності, і задав вимоги до її вимірювання:

- міра повинна бути безперервною, тобто зміна значення величини ймовірності на малу величину повинна викликати малу зміну результуючої функції;

- у разі, коли всі варіанти (букви в наведеному прикладі) рівноймовірні, збільшення кількості варіантів (букв) повинне завжди збільшувати значення функції;

- повинна бути можливість зробити вибір (у нашому прикладі символів) у два кроки, у яких значення функції кінцевого результату повинне бути сумою функцій проміжних результатів.

Шеннон отримав функцію, яка задовольняє ці вимоги:

$$-K \sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2 p(x_i),$$

де K – константа, яку використовують для вибору одиниць вимірювання.

Шеннон зазначив, що вимірювання ентропії може визначити вимоги до мінімальної пропускну здатності каналу, необхідної для надійного передавання інформації у вигляді закодованих двійкових чисел.

Міра ентропії Шеннона виражає невизначеність реалізації випадкової змінної. Ентропія є різницею між інформацією, що міститься в повідомленні, і тією частиною інформації, яка точно відома в повідомленні.

Теореми Шеннона

Для каналу з шумами (теореми Шеннона для передачі по каналу з шумами) зв'язують пропускну здатність каналу передачі інформації та існування коду, який можна використовувати для передавання інформації по каналу з помилкою, що прямує до нуля (у разі збільшення довжини блока).

Формулювання теорем

Нехай

K – довжина блока, що генерується джерелом;

L – довжина блока, який буде передано по каналу (після кодування);

R – швидкість передачі повідомлень (продуктивність джерела):

$$R = \frac{K}{L}.$$

C – пропускну здатність каналу, що визначається як максимум взаємної інформації на вході і виході каналу (X і Y представлення входу і виходу каналу як випадкових величин):

$$C = \max(I(X, Y)).$$

P_{er} – середня ймовірність помилки декодування блока;

$P_{er,max}$ – максимальна ймовірність помилки декодування блока:

$$P_{er,max} = \max_{1 \leq s \leq M} P_{er}.$$

Пряма теорема

Якщо швидкість передачі повідомлень менша за пропускну здатність каналу зв'язку ($R < C$), то існують коди

$\{\vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_M\}$ і методи декодування такі, що середня і максимальна ймовірність помилки декодування прагне до нуля у тих випадках, коли довжина блока прямує до нескінченності, тобто $P_{er} \rightarrow 0, P_{er,max} \rightarrow 0$, коли при $L \rightarrow \infty$.

Іншими словами. Для каналу з перешкодами завжди можна знайти таку систему кодування, за якої повідомлення будуть передані зі скільки завгодно великим ступенем вільності, якщо тільки продуктивність джерела не перевищує пропускну здатність каналу.

Зворотна теорема

Якщо швидкість передачі більше за пропускну здатність, тобто $R > C$, то не існує таких способів передачі, за яких вірогідність помилки прагне до нуля ($P_{er} \rightarrow 0$) у разі збільшення довжини передаваного блока ($L \rightarrow \infty$).

Тестові завдання до розділу

1. Виберіть, яке з наведених визначень поняття «інформація» краще описує кібернетичний підхід до проблеми, а яке – схематичний:

- схематичний підхід
- інформація – це комунікація, зв'язок, у процесі якого зменшується невизначеність;
- кібернетичний підхід
- інформація – це повідомлення, відомості про якусь подію, діяльність або розвиток процесу, які зменшують непоінформованість про призначення явища.

2. Серед наведених визначень виберіть правильні, на вашу думку, визначення терміна «дані»:

- це сукупність повідомлень і фактів про реальні події, які не співвіднесені з можливостями їх використання;
- це інформація, подана у формі, адекватній можливим процесам її оброблення;

це повідомлення, відомості про якусь подію, діяльність або розвиток якогось процесу, які зменшують невизначеність про призначення явища;

це інформація, на основі якої отримують певні висновки за допомогою логічних міркувань.

3. Серед наведеного переліку операцій визначте ті, які можна виконувати над даними:

- транспонування;
- фільтрація;
- зміна структури;
- збирання;
- авторизація;
- верифікація;
- транспортування.

4. Визначте, за якого із наведених способів організації даних адреса елемента визначається маршрутом до нього:

- черга;
- стек;
- таблиця;
- дерево;
- список.

5. Скільки різних чисел (слів) можна закодувати у разі використання трирозрядної позиційної системи кодування з обсягом цифрового алфавіту?

6. Який обсяг буде мати словник, складений на основі трирозрядної позиційної системи запису з використанням десяткової системи числення?

7. Відповідно до наведеного типу надлишковості знайдіть його опис:

- структурна
- інформаційна
- дублювання або багаторазове резервування обладнання;
- сукупність заходів, спрямованих на забезпечення роботи системи у разі

перевищення її параметрів допустимих меж;

- функціональна
- часова
- використання слів із «зайвими» символами;
- повторна передача інформації або повторне виконання дій.

8. Які з наведених видів інформації можна віднести, на вашу думку, до внутрішньосистемної інформації, розглядаючи економічну галузь як систему:

- законодавчі акти та постанови;
- економічні та демографічні тенденції розвитку;
- соціальні тенденції розвитку суспільства;
- рівень та тенденції розвитку технологій за галузями;
- інформація про стан справ у конкурентів;
- обсяги використання ресурсів;
- стан системи управління;
- фінансово-економічна звітність про діяльність?

9. Чи правильним є твердження про те, що характеристики понять «повнота» та «достовірність» економічної інформації визначають ступінь її відповідності реальному стану справ, та те, якою мірою ця інформація сприяє досягненню поставленої мети:

- так;
- ні?

10. Стало відомо, що часткова інформаційна ентропія деякого стану певної події, що відбувається у системі, має значення 0,8. Також стало відомо, що інформація про цю систему подається у трійковій системі кодування. Визначте з точністю до відсотка, яка ймовірність реалізації події саме у такому стані системи?

РОЗДІЛ 4 СИСТЕМИ З КЕРУВАННЯМ

4.1 Базові положення теорії управління

У теорії управління вважають, що системи з керуванням створюються для досягнення конкретних цілей, які визначаються в рамках інших наук, і для конкретних систем, що займаються дослідженням. Залежно від природи (люди або технічні пристрої) виділяють три типи систем із управлінням:

- організаційні (соціальні) системи управління;
- технічні системи управління;
- організаційно-технічні (комплексні) системи управління.

Розглянемо основні положення щодо управління в організаційно-технічних системах.

Загальна структурна схема системи з управлінням може бути подана у вигляді, показаному на рисунку 4.1.

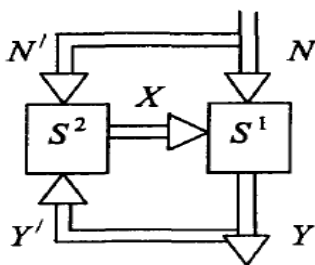


Рисунок 4.1 – Загальна структурна схема системи з управлінням

На рисунку: S^1 – об’єкт управління; S^2 – система управління; N – інформація про стан зовнішнього середовища (зовнішні дії на об’єкт управління); N' – інформація про стан зовнішнього середовища, що відома в системі управління; X – командна інформація; Y – інформація про стан

об'єкта управління; Y' – інформація про стан об'єкта управління, яка відома в системі управління.

Система управління забезпечує або утримання вихідних характеристик системи у разі змін зовнішнього середовища в необхідних межах, або виконання дій у разі зміни значень її характеристик або характеристик зовнішнього середовища.

Об'єкт управління є інструментом, за допомогою якого реалізується основна функція системи.

Система зв'язку забезпечує обмін інформацією про управління між системою управління та об'єктом управління.

Завданнями теорії управління є:

- **синтез структури та параметрів об'єкта управління**, які відповідають меті (закону функціонування) створеної системи з управлінням;

- **синтез структури і параметрів системи управління**. Це передбачає побудову структури управління з урахуванням обмежень за витратами різного вигляду, визначення місць центрів оброблення інформації, визначення масивів інформації, що підлягають передаванню, зберіганню та обробленню;

- синтез структури і параметрів системи зв'язку.

Єдиних методів вирішення перелічених завдань для всіх типів систем на сьогодні не існує. Проте для всіх типів систем з управлінням визнають існування ряду аксіом і принципів управління, знання яких дозволяє вирішувати завдання управління.

4.2 Аксіоми теорії управління

Управління системою передбачає визначення та виконання ряду природних умов, які можна розглядати як аксіоми або фундаментальні принципи. Ці умови встановлюють межі та параметри, за яких система повинна функціонувати.

Здійснення управління вимагає врахування цих умов та їх упровадження у процес управління для досягнення бажаних результатів чи вирішення конкретних завдань.

Аксиома 1. Наявність спостережуваності об'єкта управління (ОУ). У теорії управління ОУ вважають спостережуваним у стані $z(t)$ на множині моментів часу T , за вхідної дії $x(t)$ і відсутності збурень, якщо рівняння спостереження динамічної системи подано у вигляді

$$y^*(t) = g[t, x(t), z^*(t)],$$

де $y^*(t)$ – деяка реалізація вихідного процесу, що доступна для реєстрації та має єдине рішення;

$$z^*(t) = z(t) \in Z.$$

Якщо це твердження справедливе для будь-якого $z(t) \in Z$, то об'єкт вважають повністю спостережуваним.

Цей вираз означає, що визначення будь-якого зі станів ОУ (тобто його спостережуваність) реалізується тільки в тому разі, якщо за наслідками вимірювання вихідних змінних $y^*(t)$, коли відомі значення вхідних змінних $x(t)$, може бути отримана оцінка $z^*(t)$ для будь-якої зі змінних стану $z(t)$.

Таке завдання в теорії систем відоме як завдання спостереження. В організаційно-технічних системах управління це завдання реалізується функцією контролю поточного стану ОУ і дій зовнішнього середовища. Без цієї інформації управління або неможливе, або неефективне.

Аксиома 2. Наявність керованості – здатності ОУ переходити в просторі станів Z із поточного стану в потрібний унаслідок дії системи управління. Управління визначається необхідністю впливу на систему для досягнення певних цілей чи забезпечення визначених результатів. Якщо стан ОУ залишається незмінним і не потребує втручання для досягнення цілі, то поняття управління може втрачати сенс.

Аксиома 3. Наявність мети управління (набору значень кількісних або якісних характеристик, що визначають необхідний стан ОУ).

Мета відображається точкою в просторі станів, у яку треба перевести систему з наявного стану, або траєкторією переведення ОУ в необхідний стан.

Такою метою може бути адитивна згортка

$$\max F = \sum_i a_i y_i$$

з обмеженнями типу

$$\sum_i b_i y_i \leq c,$$

де y_i – i -та характеристика;

a_i – важливість (значущість) i -ї характеристики;

b_i – витрата ресурсів на підтримку i -ї характеристики в потрібному стані;

c – загальна кількість ресурсів.

Аксиома 4. Свобода вибору – можливість вибору дій (рішень) управління з деякої множини допустимих альтернатив. Чим менше ця множина, тим менш ефективно управління, оскільки в умовах обмежень оптимальні рішення часто залишаються за межами області адекватності.

Аксиома 5. Наявність критерію ефективності управління.

Узагальненим критерієм ефективності управління є ступінь досягнення мети функціонування системи. Оцінку ефективності визначають тим, наскільки успішно система досягає своєї визначеної мети. Критерій ефективності управління враховує результати управлінських рішень, спрямованих на досягнення поставлених завдань. Моніторинг та аналіз цього критерію дозволяють оцінити ефективність управління та внести необхідні корективи для покращання результативності системи.

Якість управління можна оцінювати за частковими критеріями: ступенем відповідності дій управління необхідним

станам ОУ, якості ухвалюваних рішень, точності управління.

Аксиома 6. Наявність **ресурсів** (матеріальних, фінансових, трудових тощо), що забезпечують реалізацію ухвалених рішень.

4.3 Принципи необхідної різноманітності Ешбі

З аксіом теорії управління випливає, що управління полягає в **обмеженні різноманітності станів** ОУ, тобто ентропія ОУ повинна дорівнювати нулю $H(Y) = 0$.

Іншими словами, об'єкт управління повинен знаходитися в точно визначеному стані з ймовірністю, що дорівнює одиниці.

$$H\left(\frac{Y}{X}\right) = H(Y)_{max} - H(X) + H\left(\frac{X}{Y}\right), \quad (4.1)$$

де $H(Y)_{max}$ – максимальна ентропія об'єкта;

Y – стан об'єкта;

$H(X)$ – ентропія системи управління;

$H\left(\frac{X}{Y}\right)$ – умовна ентропія системи управління після отримання повідомлення про стан об'єкта управління;

$H\left(\frac{Y}{X}\right)$ – граничні можливості управління.

Для зменшення ентропії $H\left(\frac{Y}{X}\right)$ необхідно:

– зменшувати різноманітність станів керованого об'єкта $H(Y)$;

– збільшувати різноманітність дій $H(X)$ управління, наближаючи її до різноманітності станів керованого об'єкта $H(Y)$;

– зменшувати неоднозначність дій управління щодо станів об'єкта управління $H\left(\frac{X}{Y}\right)$, що можливо за наявності повної інформації про керований об'єкт і зовнішнє середовище.

Іншими словами, потрібно намагатися, щоб для кожного можливого стану ОУ була своя дія управління.

Вираз (4.1) відображає фундаментальний принцип кібернетики, відомий як **принцип необхідної різноманітності (принцип У. Ешбі)** і сформульований коротко так: *«Різноманітність системи управління повинна бути не меншою за різноманітність об'єкта управління»*.

Згідно з цим принципом зі збільшенням складності об'єкта управління складність системи управління повинна збільшуватися. Як наслідок, ентропію об'єкта управління (множину станів системи) можна знизити до бажаного рівня, тільки збільшивши ентропію системи управління (множину регулювальних змінних) до відповідного мінімуму.

Використовуючи цей принцип, можна зробити висновок, що продуктивність будь-якого фізичного пристрою як регулятора не перевищує його продуктивності як каналу зв'язку.

Відзначимо, що умовну ентропію $H\left(\frac{Y}{X}\right)$ не можна вважати вичерпною характеристикою якості управління навіть з теоретичного погляду. Річ у тому, що значення ентропії залежить лише від розподілу ймовірності, а не від самих значень випадкової величини. Однак досить часто важливіші самі значення випадкових відхилень, а не їх імовірність.

4.4 Змістовний опис функцій управління

Управління в організаційно-технічних, соціально-економічних системах можна подати як послідовність функцій, складників технологічного циклу управління.

Функція управління являє собою стійку впорядковану сукупність операцій, що базується на розподілі праці в системі управління.

Функціональний підхід Генрі Файоля визначає п'ять основних функцій управління:

- передбачення (планування);
- організація;
- розпорядницька діяльність (мотивація);
- координація (узгодження);
- контроль.

Одночасно Генрі Файоль розділив усі функції управління на шість груп:

- виробництво;
- фінанси;
- охорона;
- облік;
- адміністрування;
- техніка безпеки.

Основні принципи управління за Генрі Файолем:

1. **Розподіл праці.** Делегування завдань для підвищення продуктивності.
2. **Повноваження та відповідальність.** Баланс між правом видавання наказів і відповідальністю за їх результати.
3. **Дисципліна.** Дотримання внутрішніх правил.
4. **Єдиноначальність:** Звітування тільки перед одним керівником.
5. **Єдність дій.** Працювати за єдиним планом для досягнення спільної мети.
6. **Підлеглість інтересів.** Інтереси працівника не повинні ставитися вище за інтереси організації.
7. **Винагорода.** Використання справедливих методів стимулювання працівників.
8. **Централізація.** Організація має центр управління.
9. **Скалярний ланцюг.** Ієрархічна структура організації, яку не слід порушувати.
10. **Порядок.** Чіткі робочі місця та визначені обов'язки працівників.

11. **Справедливість.** Поєднання пошани та справедливості адміністрації до працівників.
12. **Стабільність персоналу.** Зменшення плинності кадрів.
13. **Ініціатива.** Надання можливості працівникам висловлювати ініціативу.
14. **Корпоративний дух.** Згуртованість працівників.
До основних функцій управління відносять:

- збір даних;
- формування повідомлення;
- передавання даних каналами зв'язку;
- облік;
- контроль;
- аналіз;
- прогнозування;
- планування;
- оперативне управління;
- організацію та координацію;
- доведення рішень.

Для обліку людського чинника в окрему групу виділяють функції стимулювання та мотивації.

Визначення та взаємозв'язок основних функцій можна подати у формі функціональної моделі циклу управління (рис. 4.2).

Збір даних – функція вимірювання характеристик u_i , що виконується в об'єкті управління вручну або автоматично.

Формування повідомлення (запиту) – перетворення інформації до вигляду, придатного для передачі каналами зв'язку в систему управління та/або оброблення в автоматизованому режимі.

Передавання даних каналами зв'язку. Головними вимогами до передавання даних є своєчасність, достовірність і безпека обміну інформацією.

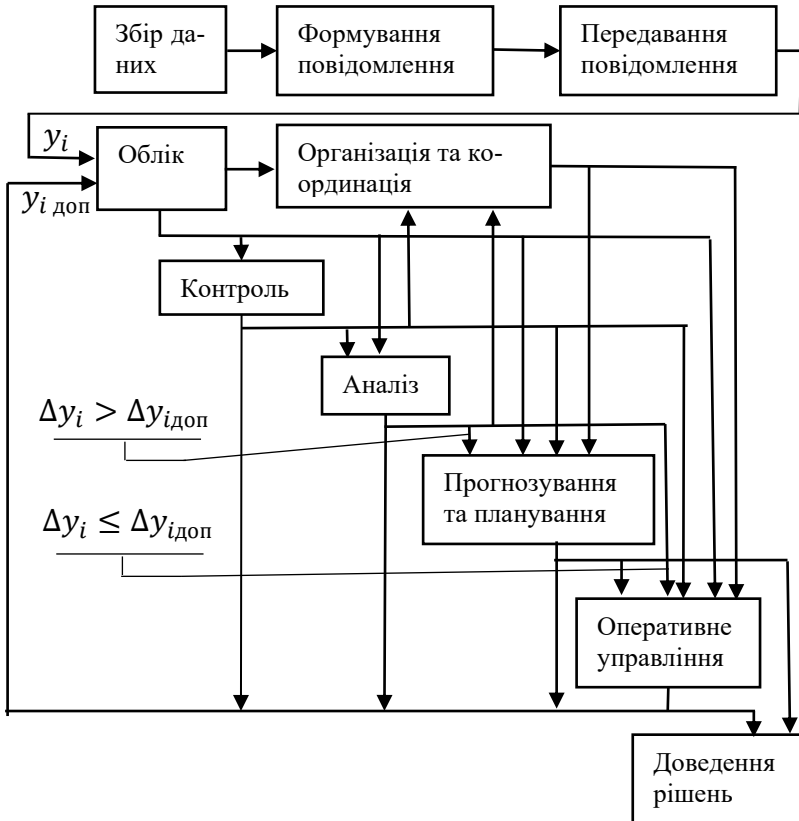


Рисунок 4.2 – Функціональна модель циклу управління

Облік – система функцій, що забезпечують зберігання інформації. Передбачає введення-виведення, реєстрацію, перетворення форми, пошук, відображення, тиражування, класифікацію, статистичне оброблення, вибірку, отримання агрегованих даних, забезпечення конфіденційності та цілісності інформації.

Контроль – система функцій, що забезпечують визначення стану об'єкта управління (ОУ) та оцінювання ступеня відхилення поточного стану від потрібного за заданими критеріями ефективності.

Організації використовують три види контролю:

1. **Попередній контроль.** Здійснюють перед початком циклу управління для оцінки наявних ресурсів ОУ та зовнішніх умов. Це допомагає забезпечити наявність необхідних ресурсів та інформації перед вибором конкретного шляху дій.

2. **Поточний (оперативний) контроль.** Здійснюють упродовж усього циклу управління з метою виявлення можливих відхилень від бажаного стану. Оперативний контроль дозволяє своєчасно коригувати стратегії та дії для досягнення поставлених цілей.

3. **Завершальний контроль.** Проводять у кінці циклу управління для оцінки досягнення мети та результатів. Завершальний контроль допомагає визначити ефективність управлінських рішень.

Функція аналізу загалом залежить від його мети. Ми розуміємо під цією функцією засіб, що забезпечує пояснення причин відхилень стану системи від потрібного та обґрунтування рішення на перехід до оперативного управління або планування.

Наприклад, нехай об'єкт управління характеризується параметром u_i , який змінюється в межах Δu_i . Якщо в результаті аналізу з'ясовано, що $\Delta u_i \leq \Delta u_{i\text{доп}}$, де $\Delta u_{i\text{доп}}$ – допустиме відхилення, то в циклі управління здійснюється перехід до **оперативного управління**. Якщо $\Delta u_i > \Delta u_{i\text{доп}}$, то здійснюється перехід до **функції планування**.

Функція прогнозування – це засіб зняття невизначеності щодо можливої структури, властивостей або закону функціонування системи в майбутньому.

Типовими цілями прогнозування можуть бути:

– уповільнення процесу «старіння» ухвалюваних рішень і запобігання несприятливим ситуаціям;

– підвищення продуктивності системи з управлінням, адаптація до умов, що змінюються.

У всіх випадках прогноз – це обґрунтована думка про можливі стани системи в майбутньому та/або про альтернативні шляхи і терміни досягнення цільового стану.

Прогнози можуть бути поділені на групи за періодами попередження і за методами прогнозування.

За періодами попередження – проміжком часу, на який розрахований прогноз, розрізняють оперативні (поточні), коротко-, середньо- і довгострокові прогнози.

Оперативний прогноз зазвичай розрахований на період часу, протягом якого об’єкт управління істотно не змінюється, **короткостроковий** – на перспективу кількісних змін. **Середньостроковий** прогноз охоплює період часу, коли кількісні зміни переважають над якісними, **довгостроковий** – перспективу якісних змін системи.

Функція планування полягає в послідовному знятті невизначеності щодо необхідної структури, властивостей, закону функціонування системи або зовнішнього середовища.

Передбачає завдання ухвалення рішень за цілепокладанням (Зурц) і завдання ухвалення рішення за діями (Зурд) – сукупність процедур за визначенням необхідного стану системи і дій щодо досягнення цього стану, об’єднаних у єдиний процес.

У термінології менеджменту Зурц називають стратегічним, або перспективним, плануванням, а Зурд – тактичним, або поточним, плануванням.

На стадії стратегічного планування розглядають необхідність і можливість зміни структури.

Тактичне планування передбачає ухвалення рішень щодо вибору оптимальної траєкторії або шляху переведення системи в новий стан.

Оперативне управління забезпечує функціонування системи в межах плану, що діє.

Функція організації передбачає встановлення постійних і тимчасових зв'язків між усіма елементами системи, визначення порядку та умов їх функціонування, а також об'єднання компонентів і ресурсів системи. Метою організації є створення такої структури, яка забезпечить ефективне досягнення поставлених цілей системи. Організація відіграє ключову роль в управлінні, сприяючи координації та оптимізації діяльності всіх компонентів системи. Призначення функції: групування функціональних елементів і ресурсів у організаційні структури; розподіл ступеня відповідальності осіб, що приймають рішення, в ієрархії підсистем управління.

Функція координації – це узгодження дій підсистем відповідно до цілей системи з управлінням і підтримка цього узгодження впродовж циклу управління.

Наявність декількох ОУ і підсистем управління викликає суперечності між їх власними (частковими) цілями. Це так само викликає роз'єднаність дій. Усунення таких суперечностей – основне завдання координації.

Тестові завдання до розділу

1. Які з названих функцій повинна виконувати система управління:

- утримання вихідних характеристик системи у заданих межах;
- виконання дій щодо зміни характеристик системи;
- надання інформації про стан системи на більш високий рівень управління;

визначення найбільш суттєвих параметрів системи для досягнення мети.

2. Чи правильним є твердження про те, що так званім завданням спостереження у разі системних досліджень є визначення набору значень характеристик, що описують необхідний стан об'єкта управління:

так;

ні?

3. Чи правильним є твердження про те, що для забезпечення ефективного управління необхідно скоротити множину можливих альтернатив рішень (дій):

так;

ні?

4. Який із наведених критеріїв можна назвати узагальненим критерієм ефективності управління:

ступінь досягнення мети функціонування системи;

ступінь якості ухвалюваних рішень;

ступінь точності ухвалюваних рішень;

ступінь адекватності дій управління необхідним станом системи?

5. Які з наведених тверджень (вимог) не можуть бути охарактеризовані як аксіоми управління:

наявність мети управління;

наявність керованості об'єкта управління;

наявність можливості вибору дій управління;

повна спостережуваність об'єкта управління;

наявність особи, що ухвалює управлінське рішення?

6. Уведіть текст у поле введення таким чином, щоб у разі підставлення його замість крапок у наведеному виразі було отримано принцип Ешбі: «Різноманітність системи управління повинна бути , ніж різноманітність об'єкта управління».

7. Виберіть, який із наведених параметрів визначає продуктивність будь-якого фізичного пристрою як регулятора:

- продуктивність цього пристрою як каналу зв'язку;
- мінімальна продуктивність будь-якого пристрою у цій системі;
- загальна ентропія системи;
- ентропія системи управління.

8. Для наведеного переліку функцій управління визначте їх призначення:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● збір даних | <ul style="list-style-type: none"> ● вимірювання характеристик об'єкта управління; |
| <ul style="list-style-type: none"> ● облік | <ul style="list-style-type: none"> ● визначення стану об'єкта управління й оцінка ступеня відхилення поточного стану від потрібного; |
| <ul style="list-style-type: none"> ● контроль | <ul style="list-style-type: none"> ● перетворення інформації до вигляду, придатного для передавання каналами зв'язку в систему управління; |
| <ul style="list-style-type: none"> ● формування повідомлення | <ul style="list-style-type: none"> ● система функцій, що забезпечують зберігання інформації. |

9. Визначте, як треба реагувати з погляду управління системою, якщо виявиться, що деякий параметр об'єкта управління змінився, але така зміна не виходить за межі допустимих (установлених) змін:

- здійснити оперативне управління об'єктом;
- перейти до функції планування;
- втручання в роботу об'єкта управління не потрібне.

РОЗДІЛ 5 ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ЕКОНОМІЦІ ЯК КІБЕРНЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ

5.1 Регулятори зворотного зв'язку

Під **автоматичним регулюванням** розуміють управління штучними системами, яке здійснюється без безпосередньої участі людини. За такого типу управління людина може входити в контур управління, виконуючи координаційні функції за допомогою сучасних засобів оброблення інформації.

Розглянемо просту модель автоматичного регулювання, яка складається з двох систем: об'єкта регулювання S і регулятора R (рис. 5.1).

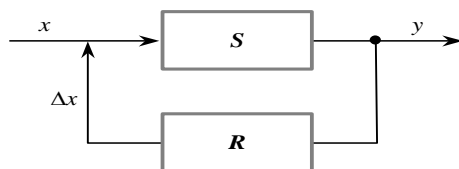


Рисунок 5.1 – Зворотний зв'язок у системі регулювання

Якщо система регулювання пов'язана з навколишнім середовищем тільки за допомогою входів і виходів, то вважатимемо її відособленою системою.

Якщо система має один вхід і один вихід, їх стан у кожен момент часу можна позначити відповідно $x \in X$, $y \in Y$.

У наведеній схемі процес регулювання базується на використанні зворотного зв'язку: регульована система S впливає на регулятор R , а він зі свого боку впливає на регульовану систему.

Схема автоматичного регулювання є замкнутим кільцем, яке називається **контуром регулювання**. Якщо разом із замкнутим контуром розглядають і задавальний блок, який не

входить в замкнутий ланцюг, але корегує параметри регулювання, то говорять про управління.

Розглянемо алгоритм функціонування системи автоматичного регулювання.

У системі S відбувається перетворення вхідної величини x у вихідну величину y . Позначимо оператор цього перетворення через S : $y = Sx$.

Стан виходу Y регульованої системи подається на вхід регулятора R , що перетворює його на стан свого виходу Δx .

Позначивши через R оператор перетворення, що відбувається в регуляторі, отримаємо $\Delta x = Ry$. Стан виходу регулятора додається до значення стану входу x системи S . Остаточний стан входу системи S буде $x + \Delta x$. Отже, відхилення на вході системи S залежатимуть від стану її виходу y .

Нехай завдання регулювання полягає у стабілізації початкової величини системи.

Позначимо через y_0 бажаний стан виходу регульованої системи.

Настроювання регулятора R полягає в тому, щоб величина Δx викликала вирівнювання відхилення стану виходу y від заданого значення y_0 і таким способом наближала стан виходу системи до заданого, тобто до $y = y_0$.

Припустимо, що оператори перетворень, здійснюваних системою S і регулятором, є операторами пропорційності. Тоді в перетвореннях $y = Sx$ і $\Delta x = Ry$ символи S і R будуть коефіцієнтами пропорційності. Якщо $R < 1$, то регулятор ослаблятиме сигнал, а якщо $R > 1$, то підсилюватиме.

У разі, якщо величини y і x будуть скалярами, $S = y / x$ і $R = \Delta x / y$ називатимуть відповідно **пропускнуою здатністю** системи і регулятора.

Отже, додавши поправку $\Delta x = Ry$ на вхід системи, отримаємо таку кінцеву множину виходу регульованої системи:

$$y = S(x + \Delta x) = S(x + Ry) = Sx + SRy.$$

Звідси отримуємо **основну формулу автоматичного регулювання**:

$$y = \frac{S}{1 - SR} x.$$

Співмножник $\frac{1}{1 - SR}$ відображає зворотний зв'язок у системі регулювання, його називають **мультиплікатором**.

Вираз $\frac{S}{1 - SR}$ називають **пропускну здатністю** системи регулювання.

Іноді основну формулу автоматичного регулювання записують у такому вигляді:

$$y = \frac{S}{1 + SR} x.$$

Пропускную здатність регулятора R позначають тоді зі знаком «мінус» для того, щоб звернути увагу на протилежний **напряму зв'язку** регулятора з системою.

Ця формула дає можливість визначити, яким повинен бути стан входу (рівень настроювання), щоб за таких значень S і R можна було отримати бажаний результат.

Економічна інтерпретація основної формули автоматичного регулювання

Згідно з кейнсіанською теорією національний дохід Y розглядають як загальну суму чистих (після відшкодування зношування засобів виробництва) виплат в економіці. Такий дохід складається з двох доданків: виплат A , призначених для інвестицій, і виплат C , що йдуть на закупівлю споживчих благ.

Другий доданок вважають лінійною функцією від національного доходу, тобто $C = cY$, де c – **коефіцієнт споживання**, що задовольняє умову $0 < c < 1$. Це означає, що не весь національний дохід витрачається на споживання.

Отже, маємо:

$$Y = A + C = A + cY.$$

Звідки

$$Y = \frac{1}{1-c} A,$$

де величина $\frac{1}{1-c}$ – так званий **мультиплікатор Кейнса**.

Подібність між основною формулою теорії регулювання та формулою (5.4) дає підстави для іншого тлумачення мультиплікатора Кейнса.

Нехай маємо деяку систему, в яку здійснюють певні капіталовкладення – їх називають **незалежними, або автономними, капіталовкладеннями**, які вимірюють величиною $x = A$. Пропускна здатність цієї системи $S = 1$. Це означає, що капіталовкладення A спричиняють витрати, які їм дорівнюють. Ця система має зворотний зв'язок із регулятором, пропускна здатність якого $R = c$. Після того як регулятор вніс поправку, сумарний вплив на першу систему буде $Y = A + cY$.

Із зазначеного випливає, що дія описаної системи регулювання ідентична дії системи без зворотного зв'язку з пропускною здатністю $\frac{1}{1-c}$, яка дорівнює мультиплікатору Кейнса.

Розглянемо практичне застосування основної формули теорії регулювання в економіці.

По-перше, усю систему регулювання, яка складається з регульованої системи S і регулятора R , можна замінити системою з пропускною здатністю $\frac{S}{1-SR}$.

По-друге, на підставі основної формули автоматичного регулювання можна зробити деякі розрахунки.

Якщо стан виходу системи y має задане значення z , то значення входу x (рівень настроювання системи регулювання) повинне мати такий вигляд:

$$x = \frac{1 - SR}{S}z.$$

Для системи, пропускна здатність якої дорівнює мультиплікаторові Кейнса, а стан входу є обсягом капіталовкладень A , ця формула має такий вигляд:

$$A = (1 - c)z.$$

Припустимо, що P є чистою продукцією, якій відповідає зайнятість aP , де a – коефіцієнт трудомісткості чистої продукції.

Якщо N_0 – кількість людей, яких необхідно забезпечити роботою, то обсяг чистої продукції дорівнюватиме $P_0 = N_0 / a$. Для реалізації такого обсягу чистої продукції національний дохід повинен дорівнювати P_0 , тобто $Y = P_0$. Отже, задане значення Y буде $z = P_0$. Звідси отримуємо:

$$A = (1 - c)P_0.$$

Це означає, що обсяг капіталовкладень повинен бути пропорційним заданому обсягу чистої продукції, причому коефіцієнт пропорційності дорівнює $1 - c$.

Можна також визначити пропускну здатність регулятора R , яка потрібна для того, щоб за заданої пропускну здатності регульованої системи S і заданого рівня настроювання x досягти заданого значення $y = z$. За цих умов пропускна здатність системи регулювання визначається такою формулою:

$$R = \frac{z - Sx}{Sz}.$$

Якщо пропускна здатність системи регулювання дорівнює мультиплікатору Кейнса і рівень настроювання x дорівнює обсягу капіталовкладень A , то

$$c = \frac{z - A}{z}.$$

Цей вираз можна застосувати до розв'язання такої економічної задачі. Задано обсяг капіталовкладень A_0 і стан виходу $z = Y = P_0$, який забезпечує зайнятість населення на

рівні N_0 . Необхідно знайти значення коефіцієнта споживання, тобто визначити, яку частину доходів населення потрібно спрямувати на споживання, щоб ця задача могла бути розв'язуваною:

$$c = \frac{P_0 - A}{P_0}.$$

Ця формула визначає пропускну здатність c регулятора, який перетворює дохід P_0 на споживчі витрати.

Для розглянутої економічної задачі коефіцієнт споживання повинен бути прямо пропорційним різниці між обсягом чистої продукції P_0 , яка відповідає заданому рівню зайнятості N_0 , та заданим обсягом капіталовкладень A і обернено пропорційним обсягу чистої продукції P_0 .

5.2 Елементи теорії лінійних операторів

Розглянемо основні положення операторного числення.

Процес перетворення стану входу x системи у вихід y можна записати так:

$$\forall x \in X, \exists y \in Y, T: x \rightarrow y, \\ \text{або } y = Tx.$$

Оператор перетворення T визначає, що необхідно зробити з вхідними станами x , щоб отримати вихідний стан y .

Сукупність правил виконання дій алгебри над операторами називають **операторним численням**.

Розглянемо простий клас операторів – **лінійні оператори**. Це оператори, які задовольняють такі дві умови:

$$\forall x \in X, \forall y \in Y, \forall c \in R^1:$$

$$T(cx) = cT(x), c = \text{const} \quad (1)$$

$$T(x + y) = T(x) + T(y). \quad (2)$$

Перша з цих умов означає, що перетворення T величини sx ($c = \text{const}$) рівнозначне перетворенню T величини x із подальшим множенням результату на сталу c .

Друга умова означає, що лінійні оператори мають властивість адитивності.

До основних лінійних операторів належать:

1. Оператор пропорційного перетворення, або оператор пропорційності. Його дія полягає у множенні стану входу x на постійне дійсне число.

2. Оператор диференціювання. Якщо стан входу x є безперервною функцією деякого параметра t , тобто $x = f(t)$, то цей оператор означає, що для досягнення певного стану виходу необхідно продиференціювати функцію $f(t)$, тобто визначити похідну цієї функції.

Оператор диференціювання позначають d/dt або символом D . Під час знаходження похідної виконуються умови **лінійності перетворення**, оскільки

$$Dcx = cDx \text{ і } D(x + y) = Dx + Dy.$$

3. Оператор інтеграції, дія якої полягає в тому, що стан виходу визначають як первісну стану входу $x = f(t)$. Оператор позначають символом невизначеного інтеграла $\int \dots dt$ (або символом D^{-1} , оскільки інтеграція є оператором, зворотним до диференціювання). Це лінійний оператор, оскільки постійну можна винести за знак інтеграла, а інтеграл суми дорівнює сумі інтегралів.

4. Різницевий оператор, який позначають символом Δ . Його дія полягає в такому. Якщо множину можливих значень станів входу системи можна подати у вигляді ряду x_1, x_2, \dots, x_n , то оператор Δ перетворить стан входу x_i на різницю $x_{i+1} - x_i$, або $\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$. Цей оператор також є лінійним, оскільки

$$\Delta cx_i = cx_{i+1} - cx_i = c(x_{i+1} - x_i) = c\Delta x_i;$$

$$\Delta(x_i + y_i) = x_{i+1} + y_{i+1} - x_i - y_i = \Delta x_i + \Delta y_i.$$

5. Оператор суми позначають символом Σ . Його дія полягає у знаходженні суми станів входу за деяким індексом i .

6. Оператор правого зрушення (випередження) позначають символом E . Якщо множину можливих значень входу системи можна подати у вигляді ряду x_1, x_2, \dots, x_n , то оператор E перетворить стан входу x_i у стан x_{i+1} . Отже, $E x_i = x_{i+1}$.

7. Оператор лівого зрушення (запізнювання) аналогічний операторові випередження, але стан входу x_i тут перетвориться у стан виходу x_{i-1} . Якщо позначити його через E^{-1} , то $E^{-1} x_i = x_{i-1}$.

Неважко переконатися, що три останні оператори також лінійні.

Розглянемо основні дії алгебри, які можна виконувати з операторами перетворення.

Сумою двох операторів називають такий вираз:

$$(T_1 + T_2)x = T_1x + T_2x.$$

Це означає, що сума операторів T_1 і T_2 , застосованих до x , приводить до такого самого результату, що й застосування до x спочатку оператора T_1 , а потім оператора T_2 із подальшим додаванням одержаних результатів.

Аналогічно визначають **різницю двох операторів**.

Добуток двох операторів визначають такою рівністю:

$$T_2 \cdot T_1x = T_2(T_1x),$$

яка означає, що застосування до x добутку операторів T_1 і T_2 полягає в послідовному перетворенні x за допомогою T_1 , а потім у перетворенні отриманого результату оператором T_2 .

Добуток операторів необов'язково є комутативним. Тому перетворення x спочатку за допомогою оператора T_1 , а потім за допомогою оператора T_2 може дати інший результат, ніж перетворення, виконані у зворотному порядку.

За визначенням **n -й ступінь оператора T^n** , де n – натуральне число, є n -кратний добуток (повторення) того самого перетворення:

$$T^n x = T(T^{n-1}x).$$

Символом T^{-1} позначають **зворотний оператор**. Значення цього оператора полягає в тому, що якщо T є оператором перетворення x на y , то T^{-1} є оператором перетворення в x : якщо $y = Tx$, то $x = T^{-1}y$.

Визначення оператора T^{-1} дає можливість визначити відношення операторів:

$$\frac{T_1}{T_2} = T_1 T_2^{-1}.$$

Введемо поняття **тотожного перетворення**, де його оператора позначимо через T^0 або через I . У разі тотожного перетворення величина x перетворюється на ту саму величину x : $T^0 = Ix = x$. Якщо перетворення пропорційне, то I є оператором перетворення, дія якого полягає у множенні на 1 ($I = 1$).

Із визначення зворотного оператора випливає, що

$$T \cdot T^{-1} = T^{-1}T = T^0 = I.$$

Дії з операторами дають можливість одні з розглянутих основних лінійних операторів виразити через інші.

Наприклад, оператор інтеграції можна замінити оператором, зворотним до оператора диференціювання. Оператор випередження тотожний операторові, зворотному до оператора запізнювання і т. п.

Різницевий оператор Δ можна подати за допомогою оператора випередження E . Насправді:

$$\Delta x_i = x_{i+1} - x_i = E x_i - x_i = (E - 1)x_i,$$

і, отже, $\Delta \equiv E - 1$ (різницевий оператор тотожний різниці між оператором випередження і оператором тотожного перетворення).

Оператор підсумовування також можна подати за допомогою оператора випередження:

$$\sum_{i=1}^n \equiv \frac{E^n - 1}{E - 1}.$$

Отже, сім основних лінійних операторів можна подавати за допомогою комбінації лише трьох **елементарних лінійних операторів**: пропорційності, диференціювання та оператора правого зрушення (випередження).

Установимо тепер, що основна формула теорії автоматичного регулювання виконується для будь-яких перетворень, які відбуваються в регульованій системі та в регуляторі (за умови лінійності операторів).

Припустимо, що в регульованій системі відбувається довільне перетворення $y = Sx$, де оператор перетворення S є лінійним. За допомогою зворотного зв'язку до системи підключений регулятор, у якому відбувається перетворення $\Delta x = Ry$, де R також довільний лінійний оператор. Отже, визначимо систему регулювання, у якій відбувається таке перетворення:

$$y = S(x + \Delta x) = S(x + Ry).$$

Оскільки оператори S і R лінійні, то виконується співвідношення

$$y = S(x + Ry) = Sx + SRy, y - SRy = Sx.$$

Звідси випливає, що $(I - SR)y = Sx$. Оскільки $I = 1$, визначимо основну формулу теорії автоматичного регулювання:

$$Y = (I - SR)^{-1}SX,$$

яка виконується, якщо оператори є лінійними.

Отже, операторне числення є дуже зручним засобом дослідження систем регулювання, адже над операторами можна виконувати дії алгебри й отримувати формули за аналогією з діями над числами.

5.3 Кібернетична інтерпретація дій із операторами

Розглянемо, як визначити складні оператори для систем з різними типами з'єднань блоків і підсистем.

Розглянемо ситуацію, коли деякий стан x характеризує загальний вхід двох систем із лінійними операторами T_1 і

T_2 , а результатом перетворення стану x є два стани виходів відповідних систем y_1 і y_2 , які підсумовують. Отриману суму позначимо через y . Таке з'єднання двох систем називають **паралельним** (рис. 5.2 а).

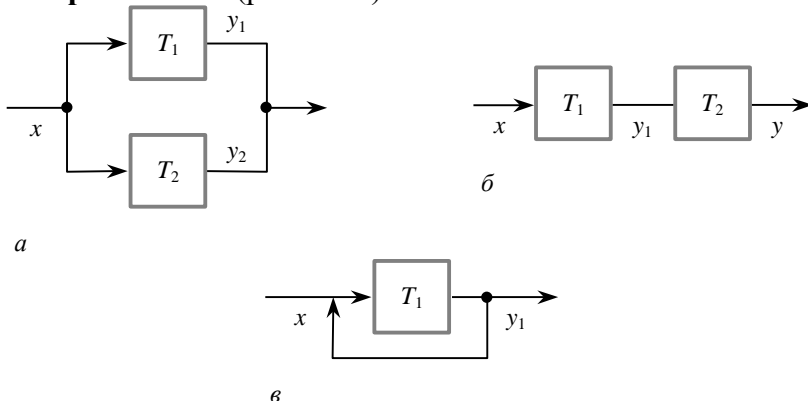


Рисунок 5.2 – Паралельне (а), послідовне (б) і зворотне (в) з'єднання систем

У такому разі операторні формули мають вигляд

$$y_1 = T_1x, y_2 = T_2x,$$

звідки

$$y = y_1 + y_2 = T_1x + T_2x = (T_1 + T_2)x.$$

Результат такої дії можна подати за допомогою одного перетворення

$$y = Tx, \text{ де } T = T_1 + T_2.$$

Наслідок. оператор перетворення, у якому дві системи сполучено паралельно, дорівнює сумі операторів окремих систем.

Розглянемо тепер послідовний зв'язок (**послідовне з'єднання**) двох систем із лінійними операторами T_1 і T_2 (рис. 5.2 б). У разі послідовного з'єднання стан виходу однієї системи є станом входу іншої. Тоді $y_1 = T_1x$ і $y = T_2y_1$.

Підставляючи перше перетворення замість y_1 у формулу другого перетворення, отримуємо $y = T_2 T_1 x$ перетворення, рівнозначне одному перетворенню $y = Tx$, оператор якого $T = T_2 T_1$.

Отже, оператор, який відповідає послідовному з'єднанню двох систем, дорівнює добутку операторів цих систем.

Оскільки лінійним операторам можна поставити у відповідність «пропускну здатність» (абсолютне значення) відповідних перетворень, то наведені вище правила можна сформулювати інакше:

– сукупна пропускну здатність систем, сполучених паралельно, дорівнює сумі пропускну здатностей цих систем;

– сукупна пропускну здатність систем, сполучених послідовно, дорівнює добутку пропускну здатностей цих систем.

Розглянемо третій тип з'єднання – зворотний зв'язок (рис. 5.2 в). Позначивши перетворення у двох системах, сполучених зворотним зв'язком, через $y = T_1 x$ і $\Delta x = T_2 y$, запишемо відому вже формулу

$$y = \frac{T_1}{1 - T_1 T_2} x.$$

Це співвідношення рівнозначне перетворенню $y = Tx$, де $T = \frac{T_1}{1 - T_1 T_2}$. Отже, сполучення двох систем за допомогою зворотного зв'язку приводить до того, що оператор першої системи T_1 множиться на $(1/(1 - T_1 T_2))$. Цей останній «співмножник» і є **оператором зворотного зв'язку**. У разі, якщо T_1 і T_2 є пропорційними перетвореннями, цей оператор рівнозначний згадуваному вже коефіцієнту зворотного зв'язку.

Розглянуті приклади з'єднання систем можна застосувати до розв'язання конкретних економічних задач.

Так, національний дохід y , що дорівнює загальній сумі виплат в економіці, розкладемо на три складники:

$$y = c + I + A,$$

де c – споживання;

I – індуковані (або вторинні) інвестиції, обсяг яких залежить від розміру національного доходу;

A – незалежні капіталовкладення, обсяг яких не залежить від національного доходу.

Припустимо далі, що $c = c_1 Y$ і $I = c_2 Y$, причому $0 < c_1 < 1$, $0 < c_2 < 1$, і $c_1 + c_2 < 1$. Тоді визначимо $Y = c_1 Y + c_2 Y + A$, звідки

$$Y = \frac{1}{1 - (c_1 + c_2)} A.$$

Отже, оператор перетворення $Y = TA$ у розглянутій системі набуває вигляду $T = \frac{1}{1 - (c_1 + c_2)}$. Цей вираз – розгорнена форма мультиплікатора Кейнса.

У регульованій системі відбувається тотожне пропорційне перетворення з оператором $S = 1$. Це означає, що незалежні капіталовкладення A перетворюються на національний дохід Y , який дорівнює цим капіталовкладенням. Із регульованою системою паралельно сполучено два регулятори з операторами c_1 і c_2 . Комплекс систем такого роду можна замінити системою, яка складається з регульованої системи і лише одного регулятора з оператором $c_1 + c_2 = c$.

Комплекс, що складається з двох послідовно сполучених регульованих систем із оператором $S = 1$, кожна з яких обладнано регулятором із операторами c_1 і c_2 відповідно, можна інтерпретувати з економічного погляду в такий спосіб.

У першій регульованій системі й відповідному їй регуляторі відбувається перетворення $Y_1 = c_1 Y_1 + A$, тобто $Y_1 = \frac{1}{1 - c_1} A$. Хай ця система позначає країну, яка отримує

зовнішню позику в розмірі $c_2 Y_1$, тобто в розмірі, пропорційному до виробленого в ній національного доходу.

Цей додатковий чинник (зовнішня позика) зумовлює перетворення, здійснюване в другій регульованій системі та в її регуляторі: $Y = Y_1 + c_2 Y_1$, звідки

$$Y = \frac{1}{1 - c_2} Y_1.$$

Отже, підставляючи вираз для Y_1 , остаточно отримуємо

$$Y = \frac{1}{1 - c_2} \frac{1}{1 - c_1} A.$$

За таких умов результуючий оператор розглянутої складної системи є добутком мультиплікаторів обох послідовно сполучених систем регулювання.

Із проведеного аналізу можна зробити такі висновки.

Кібернетична інтерпретація дій із операторами, які відповідають різним з'єднанням, дає можливість обчислити результуючий оператор дії цілого комплексу систем. Звідси випливає, що кожна система, оператор якої можна подати у вигляді суми, різниці, добутку або відношення інших операторів, являє собою комплекс систем, певним чином сполучених між собою.

Системи, у яких відбувається перетворення за допомогою елементарних перетворень або зворотних до них операторів, називають **елементарними системами**, або **елементами**. Усіма системами є або елемент, або комплекс елементів, певним чином сполучених між собою.

5.4 Застосування принципів теорії автоматичного управління (ТАУ) в економіці

ТАУ широко застосовують в управлінні складними технічними системами, включаючи технологічні процеси. У сучасному технічному середовищі системи автоматизації та управління використовують для оптимізації та контролю за

процесами виробництва, енергетики, транспорту та в інших галузях.

Технічна автоматика дозволяє автоматизувати велику кількість операцій, забезпечуючи ефективне функціонування системи. Вона використовує методи та засоби автоматичного регулювання, контролю та оптимізації процесів. Застосування ТАУ допомагає підвищити продуктивність, знизити витрати та покращити загальну якість управління технічними системами.

Системи управління в економіці є більш складними порівняно з технічними системами через ряд особливостей і чинників:

1. **Людський чинник.** В економічних системах значна роль відводиться людським ресурсам. Управління персоналом, комунікація та взаємодія між працівниками можуть бути складними через соціальні, психологічні та культурні аспекти.

2. **Нестабільність умов.** У сфері економіки може бути більше невизначеності та змін, що ускладнює планування та ухвалення рішень.

3. **Багатовимірність цілей.** Економічні системи часто мають багато цілей, які можуть конфліктувати між собою.

4. **Політичний та правовий контекст.** Економічні системи часто зазнають впливу політичних та правових чинників, що може впливати на управлінські рішення та стратегії.

5. **Ринкова конкуренція.** В економіці є сильна конкуренція, що вимагає від управлінців більшої гнучкості та інноваційності.

6. **Фінансова складність.** Управління фінансами та бюджетування в економічних системах може бути дуже складним завданням через велику кількість фінансових чинників.

Тому моделі автоматичного регулювання недостатньо адекватні реальним економічним процесам. Однак загальні ідеї та математичні закони, які застосовують у ТАУ, можуть бути корисними і для аналізу економічних явищ. Деякі концепції ТАУ можуть застосуватися в моделюванні та оптимізації економічних процесів. Ось деякі з можливих застосувань:

1. **Системи зворотного зв'язку.** Принцип зворотного зв'язку, який використовують у ТАУ для коригування системи на основі отриманих відгуків, може застосовуватися в управлінні економічними процесами. Наприклад, зворотний зв'язок може використовуватися для адаптації стратегій управління відповідно до ринкових умов.

2. **Моделювання та оптимізація.** Методи оптимізації, які використовують у ТАУ, можуть бути застосовані для розроблення ефективних стратегій ресурсного розподілу в економіці. Моделювання економічних процесів із використанням математичних моделей може допомагати в прогнозуванні та ухваленні управлінських рішень.

3. **Адаптивні системи.** Принципи адаптивного управління можуть бути корисними для управління економічними системами в умовах змін. Адаптивні стратегії можуть допомагати підтримувати стійкість та ефективність в умовах невизначеності.

4. **Керовані системи.** Підходи до керованих систем, де систему розглядають як цілісний об'єкт із низкою взаємозалежних частин, можуть бути застосовані для управління комплексними економічними структурами.

Принципи ТАУ можна застосовувати для дослідження економічних систем у різних напрямках.

1. **Напрямок перший.** Моделі ТАУ можна інтерпретувати в термінах економічних систем, використовуючи таку інтерпретацію для виявлення структури і контурів взаємодії окремих підсистем.

2. Напря́м други́й пов'язаний із застосуванням принципів зворотного зв'язку в управлінні економічними системами та побудовою механізмів регулювання.

3. Напря́м третій. В економіці замість терміна «автоматичне регулювання» використовують термін «саморегуляція», який означає самостійне реагування економічної системи у відповідь на зовнішні впливи.

Економічними процесами завжди є керовані процеси. Тому економічні системи розглядають з позицій дослідження управління як процесу перероблення інформації. Ураховуючи складність завдань, які виникають у таких системах, можна скористатися простою кібернетичною моделлю – стандартною моделлю автоматичного регулювання.

Власне кажучи, застосування моделей такого типу для дослідження економічних систем викликає заперечення, оскільки моделі автоматичного регулювання призначені для опису більш простіших технічних систем. Використаємо таку модель лише на концептуальному рівні, щоб визначити певні канали інформації в економіці та суспільстві, які важко відстежити.

Візьмемо стандартну схему автоматичного регулювання (рис. 5.4).

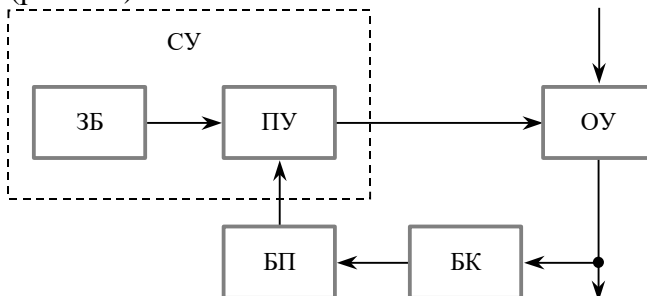


Рисунок 5.4 – Схема автоматичного регулювання

Об'єкт управління (ОУ) в економічних системах може бути інтерпретований залежно від їх рівня й характеру. Визначення ОУ може охоплювати різні аспекти в економічному контексті:

- **Макроекономічний рівень.** На рівні країни ОУ може бути розглянуто як національну економіку, на яку можна впливати через грошову політику, торгівлю тощо.

- **Мікроекономічний рівень.** На рівні окремих підприємств чи галузей економіки ОУ може бути конкретним підприємством, окремою лінією виробництва або навіть окремим товаром чи послугою.

- **Соціально-економічний рівень.** На рівні суспільства ОУ може охоплювати соціально-економічні відносини, де ОУ може бути розподіл ресурсів, соціальна справедливість тощо.

У кожному разі ОУ визначають конкретними умовами та завданнями економічної системи на цьому рівні. Такий підхід дозволяє розглядати управління на різних рівнях абстракції та здійснювати вплив на економічні процеси відповідно до конкретних потреб та завдань. Регулятор або пристрій управління (ПУ) також набуває відповідного сенсу в цій системі: робочий-оператор, орган управління тощо.

Передаючи командну інформацію, регулятор змінює поведінку регульованого об'єкта. Команди виробляють відповідно до мети управління.

Система управління (СУ) змінює поведінку ОУ, передаючи командну інформацію.

Настроювання приладу управління (ПУ) виконує оператор, а мета управління входить до СУ через задавальний блок (ЗБ).

Блок контролю (БК) відіграє важливу роль у забезпеченні зворотного зв'язку. БК фіксує та реєструє інформацію, яка надходить від ОУ. Це може бути інформація про

стан ОУ, результати виконання команд або будь-яка інша інформація, що свідчить про ефективність управління.

Блок порівняння (БП) визначає напрями та розміри відхилень поведінки ОУ від заданого ЗБ, переробляючи й перетворюючи інформацію зворотного зв'язку.

Блоки БК і БП в економічних системах інтерпретують як системи контролю, обліку та статистики. Перероблена інформація зворотного зв'язку надходить в регулятор для формування нових команд.

Інформаційне кільце буде простим контуром регулювання. Контур управління (розімкнений) охоплює і блок ЗБ, тобто мету управління та критерій його ефективності.

Ця схема не враховує питання про те, яким повинен бути регулятор, що настроюється, тобто звідки у процесі управління беруть цілі та критерії регулювання.

Необхідно враховувати ієрархічний характер економічних систем. Цільова установка для кожного економічного об'єкта задається ззовні з боку його надсистеми.

В ієрархічній структурі **органів управління** виробнича ділянка отримує установку від керівництва цеху, цех – від керівництва підприємства, яке враховує інтереси власників і керується законодавством, нормативними актами та директивами відповідного міністерства і т. п.

Але цього виявляється недостатньо для адекватного відображення процесів управління в суспільстві та економіці.

Діяльність кожного економічного ОУ є багатоплановою, адже підприємство не тільки випускає продукцію, а й покращує і модернізує її, веде самостійну господарську діяльність. Економічна СУ повинна бути подана як складна система, а модель автоматичного регулювання не тільки як ієрархічна, а й багатоконтурна.

Концепція регулювання в контурі будь-якого рангу враховує наявність різних установок (цілей), які можуть існувати одночасно. Ці установки можуть визначатися з різних

контурів управління, які відображають багатоплановість економічного та соціального життя. Такий підхід дозволяє враховувати різноманіття чинників та цілей, які взаємодіють у складній системі. Зазвичай регулювання на різних рівнях ієрархії дозволяє оптимізувати управлінські рішення та досягати балансу між різними аспектами економічного та соціального розвитку.

У ТАУ вважають, що кожна нижня ланка управління виконує розпорядження вищої ланки, причому ці розпорядження абсолютно точні й вичерпні. Це є правильним лише для машинних комплексів. Але в економічних системах команда, яка передається від вищої ланки управління до нижчої, зазвичай має досить загальний характер, вимагаючи уточнення.

Конкретизуючи вказівки вищої ланки управління, нижча ланка також керується власними інтересами. Наприклад, підприємство, отримавши від галузевих органів управління основні показники плану виробництва, розробляє свій план діяльності, максимізуючи рентабельність. Для обліку цих «власних інтересів» в ланках економічної системи важливо розрізнити два типи контурів регулювання.

1. Адміністративні важелі управління (перший тип контурів регулювання). Це безпосередні команди, які впливають на ОУ. Приклади: обсяг і номенклатура основної продукції, виділені основні та оборотні кошти, загальний фонд заробітної плати, фонди матеріально-технічного постачання. Ці важелі базуються на індивідуальному впливі на ОУ, надаючи конкретні команди для досягнення цілей.

2. Економічні важелі управління (другий тип контурів регулювання). Мають універсальний характер. Приклади: законодавчі положення щодо відрахувань прибутку до фонду підприємства, заходи щодо матеріального та морального заохочення працівників за результатами роботи.

Ці важелі базуються на загальних економічних принципах і стандартах, що впливають на всю економічну систему.

Кожен із контурів регулювання діє ефективно тільки у взаємодії з іншими контурами, іноді не тільки взаємодіючи між собою, а й замінюючи один одного.

Основна проблема організації управління економікою полягає у виборі оптимального об'єднання контурів економічного управління, яке забезпечить найкраще співвідношення централізованих адміністративних методів управління та децентралізованих економічних важелів управління.

Тестові завдання до розділу

1. Будемо розглядати модель автоматичного управління, що складається з об'єкта регулювання (S) та регулятора (R). Система призначена для перетворення вхідного сигналу $x_1 = 5$ у деякий сигнал $y = 4$. Виявилось, що внаслідок дії зовнішніх чинників для забезпечення вихідних параметрів системи необхідне додаткове втручання регулятора $x_2 = 0.2$.

Визначте пропускну здатність такої системи та її регулятора (з точністю до другого знаку після крапки) у такому форматі: пропускна здатність системи: пропускна здатність регулятора.

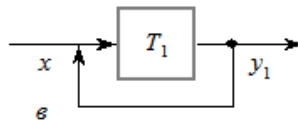
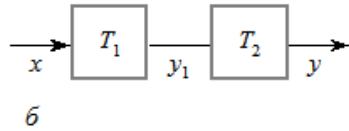
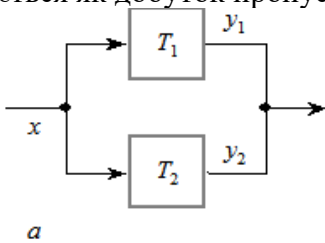
2. Під час вивчення макроекономічних показників країни виявилось, що за національного доходу країни 25,4 млрд грошових одиниць частка інвестицій становить 40 % від національного доходу країни.

З точністю до другого знаку після крапки визначте мультиплікатор Кейнса та коефіцієнт споживання країни, зазначивши результат у такому форматі: мультиплікатор Кейнса: коефіцієнт споживання.

3. З точністю до другого знаку після крапки визначте вихідний стан системи з управлінням за умови, що:

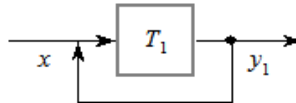
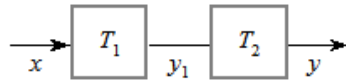
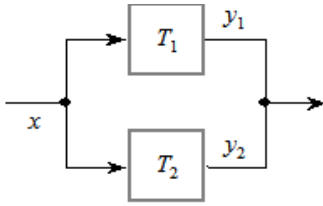
- рівень настроювання системи регулювання становить 0,5;
- пропускна здатність системи становить 0,4;
- пропускна здатність регулятора системи становить 0,4.

4. Визначте, для якого з наведених на рисунку типів організації системи з управлінням результат роботи визначається як добуток пропускних здатностей її підсистем



- а;
- б;
- в.

5. Визначте, для якого з типів систем із управлінням, наведених на рисунку, пропускна здатність системи T визначається пропускною здатністю її підсистем T_1 та T_2 за таким співвідношенням: $T = T_1 / (1 - T_1 * T_2)$



- а;
- б;
- в.

6. Системи, у яких відбувається перетворення за допомогою елементарних перетворень або зворотних до них операторів, називають ...

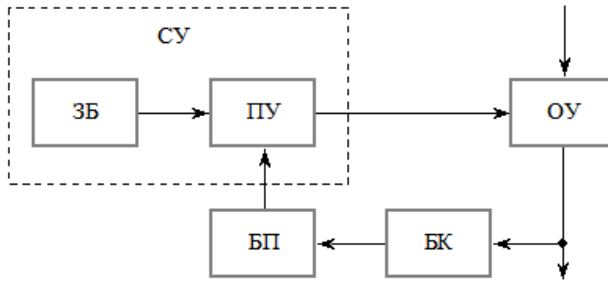
7. Укажіть, які з наведених чинників управління можуть бути віднесені до контуру регулювання економічної системи другого типу:

- обсяги основної продукції;
- номенклатура основної продукції;
- основні та оборотні засоби;
- фонд заробітної плати;
- положення щодо норм відрахувань прибутків;
- положення щодо заходів заохочення співробітників.

8. Чи правильним є твердження про те, що адміністративні важелі управління ґрунтуються на індивідуальному впливі на об'єкт управління:

- так;
- ні?

9. Чи правильним є твердження про те, що для системи автоматичного регулювання, схема якої наведена на рисунку, контур управління не повинен містити блок визначення мети (задавальний блок) ЗБ:



- так;
- ні?

10. В економіці замість терміна «автоматичне регулювання» використовують термін ..., який означає самостійне реагування економічної системи у відповідь на зовнішні дратівливі впливи.

РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНІ СИСТЕМИ

6.1 Поняття економічної системи. Мета економічної системи. Елементи економічної системи

Термін «система» поширений у різних контекстах і може охоплювати різноманітні об'єкти та явища, які розглядаються як єдине ціле. Системи можуть бути матеріальними, такими як економічні чи технічні системи, або ідеальними, такими як математичні моделі чи наукові теорії. У разі формування системи об'єднують об'єкти за допомогою системоутворювальних ознак.

Будь-який реальний об'єкт має множину властивостей (характеристик), і за кожною з них його можна віднести до однієї або іншої системи як її елемент. Якщо розглянути університет як окрему систему, то з позиції ректора, проректора, головного бухгалтера, начальника служби охорони він складається з різних підсистем і елементів, що мають різні функціональні властивості.

Загалом, щоб відокремити систему від зовнішнього середовища необхідно мати:

- об'єкт дослідження, який складається з множини елементів, об'єднаних у деяку сукупність. Цими елементами можуть бути люди, природні об'єкти, технічні пристрої або їх частини, знаки-символи, слова;
- суб'єкт дослідження – так званий спостерігач;
- завдання, що описує ставлення спостерігача до об'єкта, формуючи розділення системи на підсистеми та елементи, і вибір їх початкових властивостей.

Сукупність цих вимог і повна суб'єктивність неминучі, коли мова йде про вибір системоутворювальних ознак, і призводять до значних труднощів у разі спроби дати універ-

сальне визначення системи. Тому залежно від мети дослідження застосовують різні підходи до тлумачення терміна «система», що відрізняються рівнем абстракції.

Обмежимося таким визначенням:

Під **системою** S будемо розуміти множину взаємозв'язаних і взаємозалежних елементів різного походження, об'єднаних за певними системоутворювальними ознаками, які утворюють єдине ціле та підпорядковуються загальній меті.

Зовнішнє середовище E – це все те, що не увійшло до системи.

Система взаємодіє із зовнішнім середовищем, використовуючи свої «**входи**» та «**виходи**».

Зовнішнє середовище E впливає на систему S через **входи системи** – канали, за допомогою яких із зовнішнього середовища в систему заходить енергія, інформація тощо.

Результати процесів перетворення входу (енергія, інформація) виходять до зовнішнього середовища E через **вихід системи** S .

Позначимо множину входів символом $X = \{X_i\} = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, виходів – $Y = \{Y_j\} = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}$, а відношення між ними – R , запишемо як YRX .

6.2 Критерії оцінки ефективності економічних систем

Кожна i -та якість j -ї системи ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$) може бути описана за допомогою деякої вихідної змінної y_i^j , що відображає певну властивість системи, значення якої характеризує міру (інтенсивність) цієї якості.

Цей підхід називають **частковим показником якості системи**. Показник y_i^j може набувати значень з деякої множини допустимих значень.

Узагальненим показником якості системи є вектор, компонентами якого є показники його окремих властивостей. Показник якості – вектор, а не проста множина часткових показників, оскільки між окремими властивостями можуть існувати зв'язки.

У разі утворення узагальнених показників якості, які містять часткові показники різного фізичного походження та розмірності, важливо проводити процедуру нормування. Нормування дозволяє звести різнорідні показники до єдиного масштабу або стандартизувати їх для об'єктивного порівняння та аналізу.

Процес нормування може передбачати такі етапи:

1. **Стандартизація.** Перетворення вихідних значень часткових показників так, щоб вони відповідали стандартному масштабу або одиницям вимірювання. Це може бути здійснене шляхом віднімання середнього значення та ділення на стандартне відхилення.

2. **Нормалізація.** Зведення значень показників до певного інтервалу, часто від 0 до 1 або від -1 до 1, для легшого порівняння.

3. **Вагомість часткових показників.** Надання вагомості кожному частковому показнику відповідно до його значущості. Це допомагає врахувати різний внесок кожного показника в узагальнений показник.

4. **Агрегація.** Обчислення узагальненого показника, який ураховує нормовані та зважені значення часткових показників.

Нормування дозволяє створювати більш об'єктивні та порівнянні показники якості, що базуються на різноманітних часткових показниках.

Ефективним способом вирішення завдання нормування є введення безрозмірних показників. Безрозмірні показники визначають як відношення «натурального» часткового показника до деякої нормуючої величини:

$$y_i^{norm} = \frac{y_i}{y_i^0},$$

де y_i^0 – деяке «ідеальне» значення i -го показника. Вибір нормувального дільника y_i^0 має суб'єктивний характер і повинен обґрунтовуватися у кожному конкретному разі. Це допомагає уникнути проблем із різним фізичним походженням та розмірністю часткових показників, дозволяючи їх порівнювати та аналізувати на єдиному масштабі.

Можливі декілька підходів щодо вибору нормувального дільника:

- нормувальний дільник y_i^0 можна задавати за допомогою особи, що ухвалює рішення (ОУР) (є зразковим);
- вважати, що нормувальний дільник $y_i^0 = \max(y_i^j)$;
- як нормувальний дільник може бути вибрана різниця між максимальними і мінімальними допустимими значеннями часткового показника.

Назвемо *ідеальною системою* Y^* гіпотетичну модель системи, яка ідеально відповідає всім критеріям якості.

Назвемо *областю адекватності* деякий окіл значень показників істотних властивостей. У загальному вигляді область адекватності визначають як модуль нормованої різниці між допустимим показником якості та ідеальним показником якості Y^* :

$$\delta = \frac{|Y^{dop}/Y^*|}{|Y^*|},$$

де δ – радіус області адекватності.

Усі критерії загалом можуть належати до одного з **трьох класів**:

1. Критерій придатності ($K_{прд}$) – правило, згідно з яким система є придатною, якщо значення всіх часткових показників системи належать області адекватності, радіус δ якої задовольняє допустимі значення часткових показників.

2. **Критерій оптимальності ($K_{опт}$)** – правило, згідно з яким система є оптимальною за показником якості, якщо існує хоча б один частковий показник, значення якого належить області адекватності, радіус δ якої за цим показником оптимальний.

3. **Критерій переваги ($K_{перев}$)** – правило, згідно з яким систему вважають найкращою, якщо всі значення часткових показників якості належать до області адекватності, радіус δ якої оптимальний за всіма показниками.

Зазначимо, що формально $K_{перев} < K_{опт} < K_{прод}$.

Виділяють призначення показників і критеріїв ефективності функціонування систем:

- критерій придатності для оцінки детермінованої операції;
- критерій оптимальності для оцінки детермінованої операції;
- критерій придатності для оцінки імовірнісної операції;
- критерій оптимальності для оцінки імовірнісної операції.

6.3. Системний аналіз економічних систем. Схема системного дослідження економічних систем

Формування загального подання системи

Стадія 1. Виявлення головних функцій (властивостей, цілей, призначення) системи. Формування (вибір) основних наочних понять, використовуваних у системі. На цій стадії мова йде про з'ясування основних виходів у системі. Треба визначити тип виходу: матеріальний, енергетичний, інформаційний. Виходи повинні бути віднесені до певних фізичних або інших понять (вихід виробництва – продукція (яка?), вихід системи управління – командна інформація (для чого? у якому вигляді?), вихід автоматизованої інформаційної системи – відомості (про що?) тощо).

Стадія 2. Виявлення основних функцій і частин (модулів) у системі. Розуміння єдності цих частин у межах системи. На цій стадії вперше знайомляться з внутрішнім змістом системи, визначають, із яких великих частин вона складається та яку роль відіграє кожна частина. Ця стадія передбачає отримання вихідних даних щодо структури та взаємозв'язків у системі. Ці дані аналізують за допомогою структурних або об'єктно-орієнтованих методів. Наприклад, з'ясовують, послідовні чи паралельні зв'язки між частинами системи, взаємна чи однобічна спрямованість дій тощо. Уже на цій стадії слід звернути увагу на так звані системоутворювальні чинники, тобто на ті зв'язки, взаємообумовленості, які й роблять систему системою.

Стадія 3. Виявлення основних процесів у системі, змін поведінки у функціонуванні; у системах із управлінням – виділення чинників, що управляють. На цьому етапі проводять аналіз динаміки ключових змін у системі. Вивчають хід подій, вводять параметри стану, розглядають чинники, які впливають на ці параметри. Також аналізуються умови початку та завершення цих процесів. Визначають, чи керовані процеси і чи сприяють вони здійсненню системою своїх головних функцій. Для керованих систем з'ясовують основні дії, що управляють, їх тип, джерело та ступінь впливу на систему.

Стадія 4. Виявлення основних елементів «несистеми», із якими пов'язана система, яку вивчають. Виявлення характеру цих зв'язків. На цій стадії вирішують ряд низку проблем. Досліджують основні зовнішні дії на систему (входи).

На цьому етапі визначають типи входів (речові, енергетичні, інформаційні). Також розглядають ступінь впливу цих входів, їх основні характеристики. Фіксують межі, у яких розглядають систему, визначають елементи «несистеми», на які спрямовані основні вихідні дії системи. На

цьому етапі важливо вивчити еволюцію системи, шлях її формування. Цей аналіз сприяє кращому розумінню структури та особливостей функціонування системи загалом. Ця стадія дозволяє краще з'ясувати головні функції системи, її залежність, уразливість або відносну незалежність у зовнішньому середовищі.

Стадія 5. Виявлення невизначеностей і випадковостей у ситуації та їх впливу на систему (для стохастичних систем).

Стадія 6. Виявлення розгалуженої структури та ієрархії системи. Формування уявлень про систему як сукупність модулів, які мають визначені входи та виходи й пов'язані між собою. Ця стадія дозволяє закінчити формування загальних уявлень про систему та глибше зрозуміти, як її компоненти взаємодіють між собою. Цього досить, якщо ми безпосередньо з об'єктом працювати не будемо. Якщо ж мова йде про систему, якою треба займатися для її глибшого вивчення, поліпшення, управління, то нам доведеться піти далі спіралеподібним шляхом поглибленого дослідження системи.

Деталізація подання системи

Стадія 7. Виявлення всіх елементів та зв'язків, які мають значення для поставлених цілей. Ці елементи та зв'язки входять до структури ієрархії системи. Крім того, важливим є ранжування елементів і зв'язків за їх значущістю. Стадії 6 і 7 тісно пов'язані, а їх аналіз корисно проводити спільно для глибшого розуміння системи та визначення її ключових компонентів.

Стадія 6 – це межа пізнання «всередину» достатньо складної системи для особи, що оперує нею загалом. Більш поглиблені знання про систему (стадія 7) матиме вже тільки фахівець, що відповідає за її окремі частини. Для не дуже складного об'єкта рівень стадії 7 – знання системи загалом – досяжний і для однієї людини. Отже, хоча суть стадій 6 і

7 одна й та сама, та в першій із них ми обмежуємося тим раціональним обсягом відомостей, який доступний одному дослідникові. Деталізація системи передбачає визначення та виділення тих елементів чи модулів, які є істотними для розгляду або вирішення конкретних завдань. Це допомагає уникнути зайвого аналізу та зосередитися на ключових аспектах системи, що мають найбільший вплив чи значущість в конкретному контексті. Такий підхід спрощує подальший аналіз і допомагає зосередитися на найважливіших аспектах системи. Пізнання системи припускає не тільки розрізнення істотного від неістотного, а й зосередження додаткової уваги на істотнішому. Деталізація стосується і вже розглянутого у стадії 4 зв'язку системи з «несистемою». На стадії 7 можна говорити про доскональне знання системи. Стадії 6 і 7 підбивають підсумки загального цілісного вивчення системи. Подальші стадії вже розглядають тільки її окремі аспекти. Тому важливо ще раз звернути увагу на системоутворювальні чинники, на роль кожного елемента і кожного зв'язку, на розуміння, чому вони саме такі або повинні бути саме такими в аспекті єдності системи.

Стадія 8. Облік змін і невизначеностей у системі. Тут досліджують повільну, зазвичай небажану зміну властивостей системи, яку називають «старінням», а також можливість заміни окремих частин (модулів) на нові, такі, що дозволяють не тільки протистояти старінню, а й підвищити якість системи порівняно з первинним станом. Таке вдосконалення штучної системи називають розвитком. До нього також відносять поліпшення характеристик модулів, підключення нових модулів, накопичення інформації для кращого її використання, а іноді й перебудову структури, ієрархії зв'язків. Основні невизначеності у стохастичній системі вважають дослідженими на стадії 5. Проте недетермінованість завжди наявна і в системі, не призначеній працювати в умовах випадкового характеру входів і зв'язків. У такому

разі досліджують чутливість виходів системи. Під чутливістю розуміють міру реакції системи на зміни входів, а врахування невизначеностей дозволяє звертати увагу на можливі коливання чи зміни у виходах системи за різних умов. Такий підхід допомагає визначити, на яких аспектах системи слід наголошувати під час подальшого аналізу та оптимізації, забезпечуючи більшу точність та адаптабельність системи до змін у зовнішньому середовищі.

Стадія 9. Дослідження функцій і процесів у системі з метою управління ними. Для вивчення впливу управління на функції системи і процеси в ній необхідне глибоке знання системи. Саме тому ми говоримо про аналіз управління тільки зараз, після розгляду системи з усіх поглядів. Управління дуже відрізняються за змістом – від команд системи керування до наказів організації.

Проте можливість розгляду всіх цілеспрямованих втручань у систему дозволяє говорити про систему управління, яка тісно переплітається з основною системою, але чітко виділяється у функціональному відношенні. На цій стадії з'ясовують, де, коли і як (у яких точках системи, у які моменти, у яких процесах, стрибках, вибірках із сукупності, логічних переходах тощо) система управління впливає на основну систему, наскільки це ефективно, прийнятно і зручно реалізовується. У разі введення управлінь у системі повинні бути досліджені варіанти трансформації входів і постійних параметрів у керовані, установлені допустимі межі керування.

Тестові завдання до розділу

1. Що означає термін «система» у контексті системного аналізу:

- сукупність об'єктів, розглядуваних як єдине ціле;
- лише матеріальні об'єкти;
- сукупність об'єктів, які не мають взаємозв'язку;

система – це ідеальні об'єкти?

2. Множина взаємозв'язаних і взаємозалежних елементів різної природи, об'єднаних за деякими системоутворювальними ознаками, що утворюють єдине ціле і підпорядковані певній загальній меті це ...

3. Які елементи можуть входити до складу економічної системи:

- тільки люди;
- тільки природні об'єкти;
- матеріальні та ідеальні об'єкти;
- інформаційні технології?

4. Визначте відповідність:

- | | |
|-----------------------|---|
| • об'єкт дослідження | • множина елементів, об'єднаних у деяку сукупність; |
| • суб'єкт дослідження | • спостерігач; |
| • завдання | • ставлення спостерігача до об'єкта. |

5. Що є входами системи в системному аналізі:

канали, за допомогою яких система впливає на зовнішнє середовище;

елементи системи;

канали, за допомогою яких зовнішнє середовище впливає на систему;

вихідну інформацію системи?

6. Визначте відповідність:

- | | |
|--------------------------|---|
| • критерій придатності | • правило, згідно з яким систему вважають найкращою, якщо всі значення часткових показників якості належать до області адекватності, а її радіус δ оптимальний за всіма показниками; |
| • критерій оптимальності | • правило, згідно з яким систему вважають придатною, якщо значення всіх част- |

кових показників системи належать до області адекватності, а її радіус δ відповідає допустимим значенням усіх часткових показників;

- критерій переваги
- правило, згідно з яким систему вважають оптимальною за показником якості, якщо існує хоча б один частковий показник якості, значення якого належить області адекватності, а її радіус δ за цим показником оптимальний.

7. Назвати головні етапи схеми системного дослідження економічних систем:

- формування основних параметрів керування;
- формування детального подання системи;
- формування загального подання системи;
- формування динаміки змін у системі.

8. Визначте порядок стадій формування загального подання системи:

- стадія 1 • виявлення основних функцій і частин (модулів) у системі;
- стадія 2 • виявлення основних процесів у системі, їх ролі, умов здійснення; виявлення стадійності, стрибків, змін поведінки у функціонуванні;
- стадія 3 • виявлення головних функцій (властивостей, цілей, призначення) системи.

9. Знайдіть порядок стадій деталізації подання системи:

- стадія 7 • облік змін і невизначеностей у системі;
- стадія 8 • дослідження функцій і процесів у системі з метою керування ними;
- стадія 9 • виявлення всіх елементів і зв'язків, важливих для цілей розгляду.

РОЗДІЛ 7

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ АНАЛІЗУ І СИНТЕЗУ ЕКОНОМІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

7.1 Поняття і класифікація економічної інформаційної системи (ЕІС)

Оснoву проектування ЕІС складає **системний підхід**, відповідно до якого будь-яка система є сукупністю взаємозв'язаних елементів, що спільно функціонують для досягнення цілі.

Розглядаючи поведінку системи, важливо дотримуватися таких принципів:

1. Емерджентності. Ця властивість означає, що система виявляє цілісну поведінку або властивості, які виникають на рівні всієї системи і не можуть бути повністю пояснені або передбачені аналізом окремих її компонентів. Систему розглядають як єдину інтегровану структуру, де взаємодія компонентів приводить до виникнення нових властивостей на рівні системи загалом.

2. Гомеостазу. Ця властивість свідчить про здатність системи зберігати стійкий стан чи рівновагу навіть у разі змін у її оточенні чи внутрішніх умовах. Система може реагувати на зовнішні впливи чи внутрішні зміни так, щоб повернутися до свого оптимального стану.

3. Адаптивності та керованості. Система виявляє адаптивність до змін у зовнішньому середовищі, здатність змінювати свою структуру чи функції. Керованість передбачає можливість впливу на окремі елементи системи для досягнення певних цілей чи забезпечення оптимальної діяльності;

4. Навчання. Ця властивість свідчить про здатність системи до модифікації своєї структури відповідно до змін у її цілях. Система може навчатися з досвіду, адаптуватися до нових завдань та змінювати свою організацію для більш

ефективного досягнення поставлених цілей. Цей аспект відображає динаміку та гнучкість системи, дозволяючи їй еволюціонувати та покращуватися з часом для ефективного вирішення нових викликів та завдань.

З погляду кібернетики процес управління системою для досягнення мети можна подати у вигляді інформаційного процесу, що зв'язує зовнішнє середовище, об'єкт і систему управління. При цьому зовнішнє середовище та об'єкт управління інформують **систему управління** про свій стан, система управління аналізує цю інформацію і за необхідності модифікує мету і структуру системи.

Структура економічної системи (організації, комерційного банку, державної установи, підприємства тощо) з погляду кібернетики наведена на рис.7.1. ПП1, ПП2, ПП3, ПП4 – потоки інформації між зовнішнім середовищем, об'єктом і системою управління, які пов'язані з ЕІС, що їх підтримує.

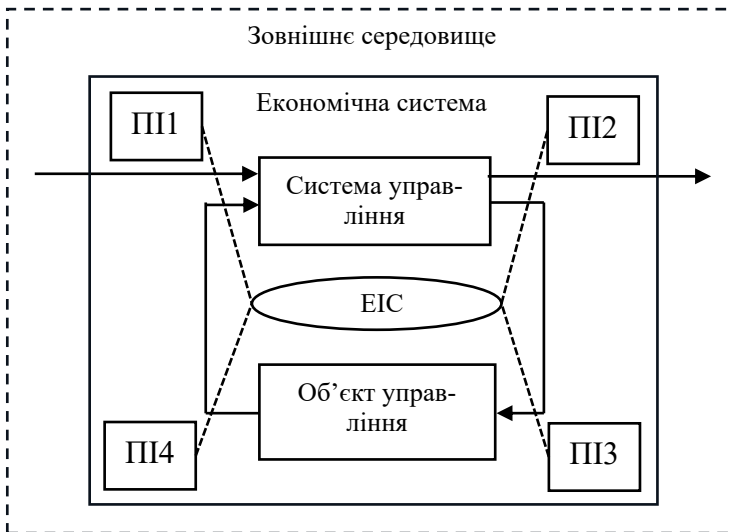


Рисунок 7.1 – Структура економічної системи

У економічній системі **об'єкт управління** є підсистемою матеріальних елементів економічної діяльності (сировина й матеріали, устаткування, готова продукція, працівники та ін.) і господарських процесів (основне й допоміжне виробництво, постачання, збут тощо).

Система управління є комплексом структурних підрозділів економічної системи (дирекція, фінансовий, виробничий, постачальницький, збутовий та інші відділи), які взаємодіють та здійснюють такі **функції управління**:

– **планування** – функція, що визначає мету функціонування економічної системи в різні періоди часу;

– **облік** – функція, що показує стан об'єкта управління після виконання економічних процесів;

– **контроль** – функція, що визначає розбіжність між фактичними обліковими даними та планованими цілями і нормативами;

– **оперативне управління** – функція, спрямована на регулювання всіх економічних процесів із метою усунення відхилень між планованими та обліковими даними;

– **аналіз** – функція, що показує тенденції у функціонуванні економічної системи та розглядає резерви під час планування на наступний часовий період.

ЕІС зв'язує об'єкт і систему управління між собою та із зовнішнім середовищем через **потоки інформації**:

– **ПІ1** – потік інформації **із зовнішнього середовища в систему управління**, який, з одного боку, подає потік нормативної інформації, що формується органами державної влади, а з іншого – потік інформації про кон'юнктуру ринку, створюваний конкурентами, споживачами, постачальниками;

– **ПІ2** – потік інформації **із системи управління в зовнішнє середовище** (звітна інформація в органи державної влади, інвесторам, кредиторам, клієнтам);

– **ПЗ** – потік інформації із системи управління на об'єкт управління (прямий кібернетичний зв'язок), що подає сукупність планової, нормативної та розпорядчої інформації для здійснення економічних процесів;

– **ПІ4** – потік інформації, що передається від об'єкта управління до системи управління, утворюючи зворотний кібернетичний зв'язок. Відображає облікову інформацію про стан об'єкта управління (сировини, матеріалів, ресурсів, готової продукції та виконаних послуг) після виконання економічних процесів.

ЕІС переробляє інформацію, що надходить, в аналітичну інформацію, яка є основою для прогнозування розвитку економічної системи та корегування її цілей.

В ЕІС ставлять такі вимоги до оброблення інформації:

- повнота і достатність інформації;
- своєчасність надання інформації;
- забезпечення необхідної міри достовірності інформації залежно від рівня управління;
- економічність оброблення інформації: витрати на оброблення даних не повинні перевищувати отримуваний ефект;
- адаптивність до інформаційних потреб користувачів, що змінюються.

Відповідно до характеру оброблення інформації в ЕІС на різних рівнях управління економічною системою (оперативному, тактичному й стратегічному) виділяють такі **типи інформаційних систем** (рис.7.2):

- системи **оброблення даних** (EDP – electronic data processing);
- інформаційна система **управління** (MIS – management-information system);
- система підтримки **ухвалення рішень** (DSS – decision support system).

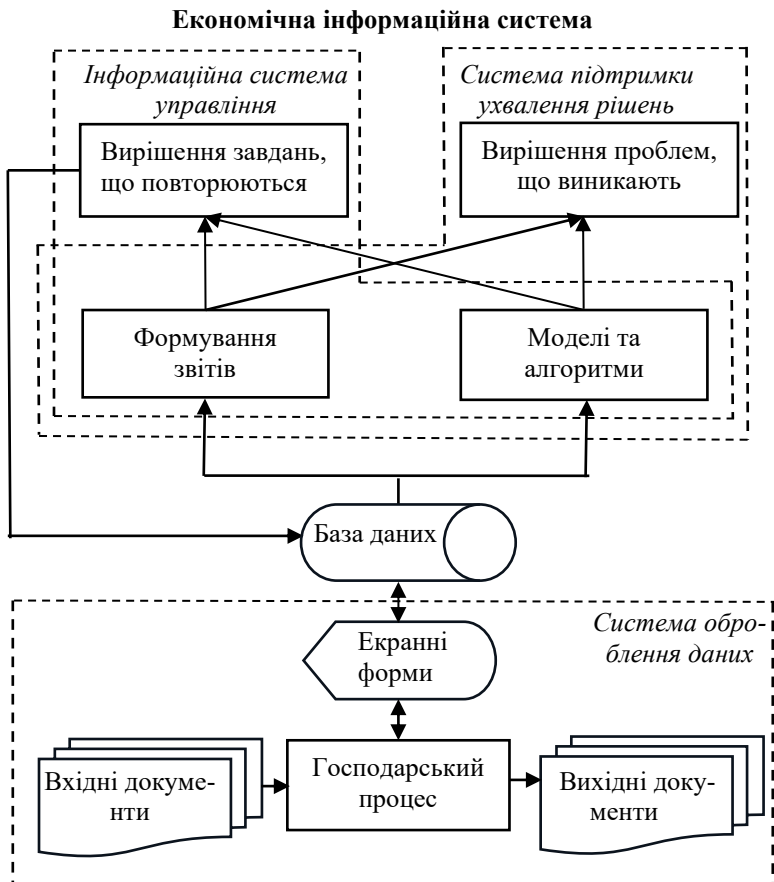


Рисунок 7.2 – Типи інформаційних систем

Системи оброблення даних (СОД) призначені для обліку і оперативного регулювання господарських операцій, підготовки стандартних документів для зовнішнього середовища (рахунків, накладних, платіжних доручень).

Горизонт оперативного управління становить від одного до декількох днів і реалізує реєстрацію і оброблення подій, наприклад, оформлення і моніторинг виконання замовлень.

Ці завдання мають ітеративний, регулярний характер, їх виконують безпосередні виконавці господарських процесів (робітники, комірники, адміністратори та ін.) і пов'язані з певними алгоритмами. Результати проведених господарських операцій вводять у **базу даних** із використанням екранних форм.

Інформаційні системи управління (ІСУ) спрямовані на тактичний рівень управління, який охоплює середньострокове планування, аналіз та організацію дій упродовж кількох тижнів чи місяців. Наприклад, аналіз та планування постачань та збуту товарів.

Для цих завдань характерне регламентоване (періодично повторюване) формування результатних документів і певний алгоритм вирішення завдань. Вирішення завдань покладене на керівників різних служб підприємств (відділів матеріально-технічного постачання і збуту, цехів та ін.). Для вирішення завдань використовують накопичену **базу оперативних даних**.

Системи підтримки ухвалення рішень (СПУР) використовують в основному на верхньому рівні управління (керівництво фірм, підприємств, організацій), що має стратегічне довгострокове значення впродовж року або декількох років.

До таких завдань відносять формування стратегічних цілей, планування залучення ресурсів, джерел фінансування. Завдання СПУР вирішують також на тактичному рівні, наприклад під час укладання контрактів із клієнтами. Завдання СПУР мають зазвичай нерегулярний характер. Для них властиві недостатність наявної інформації, її суперечність і нечіткість, переважання якісних оцінок цілей і обмежень, слабка формалізованість алгоритмів рішення. Як інструменти узагальнення найчастіше використовують засоби складання аналітичних звітів довільної форми, методи статистичного аналізу, експертних оцінок, математичного

моделювання. Використовують **інформаційні сховища**, а також **бази знань**, які містять правила та моделі для ухвалення рішень.

Ідеальна ЕІС містять всі вищезазначені типи інформаційних систем.

Виділяють **корпоративні** (інтегровані) та **локальні** ЕІС. Вони відрізняються **охопленням функцій** і **рівнів управління**

Корпоративна ЕІС є багатокористувальною, працює в розподіленій обчислювальній мережі, автоматизує функції управління на всіх рівнях.

Локальна ЕІС може бути однокористувальною, автоматизує окремі функції управління, працює в окремих підрозділах.

Подільність на підсистеми є однією з ключових властивостей ЕІС. Вона має декілька переваг щодо розроблення та експлуатації ЕІС:

- спрощення розроблення та модернізації ЕІС у результаті спеціалізації груп проєктувальників за підсистемами;

- спрощення впровадження підсистем відповідно до черговості виконання робіт;

- спрощення експлуатації ЕІС унаслідок спеціалізації працівників предметної області.

Зазвичай виділяють **функціональні** та **забезпечувальні** підсистеми.

Функціональні підсистеми ЕІС обслуговують певні види діяльності економічної системи.

Інтеграції функціональних підсистем в одну систему досягають завдяки створенню **забезпечувальних** підсистем (інформаційної, програмної, математичної, технічної, технологічної, правової тощо).

7.2 Технологія проєктування ЕІС

Сучасні технології надають широкий набір способів реалізації ЕІС. Вибір конкретних технологій здійснюють на підставі вимог користувачів, він може змінюватися під час розроблення системи.

Деякі сучасні технології та підходи, які використовують для реалізації ЕІС, передбачають:

1. **Хмарні технології.** Використання хмарних рішень для забезпечення доступу до системи та збереження даних у хмарних сервісах.

2. **Аналітика даних.** Застосування аналітичних інструментів і технологій для оброблення та аналізу великих обсягів даних (Big Data).

3. **Штучний інтелект (AI) та машинне навчання (ML).** Використання алгоритмів і моделей для автоматизації ухвалення рішень та прогнозування результатів.

4. **Blockchain.** Використання технології блокчейн для забезпечення безпеки, відстеження та аудиту даних.

5. **Мобільні додатки.** Розроблення мобільних застосунків для зручного доступу до системи з різних пристроїв.

Процес проєктування ЕІС передбачає ухвалення проєктно-конструкторських рішень, що задовольняють вимоги замовника.

Проєкт ЕІС – це проєктно-конструкторська та технологічна документація, в якій подано опис проєктних рішень щодо розроблення та експлуатації ЕІС.

Проєктування ЕІС – це процес перетворення первинної інформації щодо об'єкта проєктування, методів проєктування та досвіду проєктування об'єктів аналогічного призначення у проєкт ЕІС згідно з чинними стандартами. Проєктування ЕІС можна розглядати як послідовну формалізацію проєктних рішень на різних стадіях життєвого циклу ЕІС.

Об'єктами проєктування ЕІС є окремі елементи або комплекси функціональних і забезпечувальних частин. Об'єктами проєктування функціональної частини є комплекси завдань і функції управління, забезпечувальної частини – комплекси інформаційного, програмного та технічного забезпечення системи.

Суб'єкт проєктування ЕІС – організація-розробник, яка здійснює проєктну діяльність, і організація-замовник, для якої необхідно розробити ЕІС.

Великі проєкти з розроблення систем можуть ділитися між кількома організаціями-розробниками. Це може бути зумовлено низкою чинників, таких як обсяг та складність робіт, обмежені терміни, специфічні вимоги замовника або технічна експертиза.

Головна організація, яка координує діяльність усіх співвиконавців, відіграє важливу роль у забезпеченні єдності та синхронізації робіт. Це може охоплювати:

1. Координацію завдань. Головна організація визначає обсяг і розподіл завдань між різними співвиконавцями, враховуючи їх спеціалізації та експертизу.

2. Контроль термінів та якості. Головна організація відповідає за визначення та контроль термінів виконання завдань, а також за забезпечення відповідності результатів вимогам якості.

3. Комунікацію. Головна організація є точкою зведення для комунікації між різними співвиконавцями та замовником. Це передбачає організацію зустрічей, обмін інформацією та вирішення конфліктів.

4. Інтеграцію робіт. Забезпечення сумісності та інтеграції робіт, виконаних різними організаціями, для забезпечення цілісності та працездатності системи загалом.

Щодо форм участі співвиконавців, то випадок, де кожна організація-розробник виконує роботи від початку до кінця для певної частини системи, є досить поширеною, оскільки

це дозволяє кожній організації-розробнику зосередитися на своїй експертизі. Однак якщо це доцільно, можуть існувати інші моделі участі, наприклад, коли окремі співвиконавці виконують роботи на окремих етапах процесу проектування, які відповідають їх спеціалізації або досвіду.

Здійснення проектування ЕІС припускає використання проектувальниками певної технології проектування, що відповідає масштабу та особливостям розроблюваного проекту

Технологія проектування ЕІС – це сукупність методології та засобів проектування ЕІС, а також методів і засобів організації проектування (управління процесом створення та модернізації проекту ЕІС), поданих на рис. 7.3.

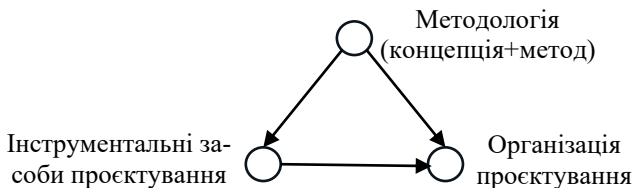


Рисунок 7.3 – Складники технології проектування

Основою технології проектування є **технологічний процес**, який визначає конкретні дії, їх порядок та послідовність, а також команду виконавців, необхідні засоби та ресурси.

Дії, які виконують під час проектування ЕІС, можуть бути визначені як неподільні технологічні операції або як підпроцеси технологічних операцій.

Усі дії можуть бути власне проектувальними, які формують або модифікують результати проектування, та оцінюваними діями, які виробляють за встановленими критеріями оцінювання досягнутих результатів проектування.

Предмет будь-якої технології проектування – це відображення взаємозв’язаних процесів проектування на всіх стадіях життєвого циклу ЕІС.

Основні **вимоги**, які ставлять до вибраної технології проектування, такі:

- створений за допомогою цієї технології проєкт повинен відповідати вимогам замовника;
- технологія має максимально відображати всі етапи циклу життя проєкту;
- вибрана технологія повинна забезпечувати ефективне використання ресурсів та мінімізацію витрат на проектування та супровід проєкту;
- технологія має бути основою для зв’язку між етапами проектування і супроводом проєкту;
- технологія повинна сприяти підвищенню продуктивності праці проєктувальників;
- технологія повинна гарантувати надійність процесів проектування та експлуатації проєкту;
- технологія повинна спрощувати ведення проєктної документації.

Методологія проектування припускає наявність деякої **концепції, принципів проектування, методів проектування**. Останні підтримуються **засобами проектування**.

Організація проектування припускає визначення **методів взаємодії** проєктувальників між собою та із замовником у процесі створення проєкту ЕІС.

Організація проектування передбачає визначення **методів взаємодії** між членами проєктної команди та спілкування з замовником упродовж розроблення проєкту ЕІС.

Методи проектування ЕІС можна класифікувати.

За ступенем автоматизації методи проектування можна класифікувати на такі:

– **Ручне проєктування.** Під час цього підходу проєктування компонентів ЕІС виконують без використання програмних засобів, а програмування здійснюють за допомогою алгоритмічних мов.

– **Комп’ютерне проєктування.** Цей метод передбачає генерацію або налаштування проєктних рішень за допомогою програмних засобів. Комп’ютерне проєктування використовують для автоматизації та полегшення процесів створення проєктів ЕІС.

За ступенем використання типових проєктів розрізняють:

– **оригінальне (індивідуальне) проєктування**, коли проєктні рішення розробляють «з нуля» відповідно до вимог до ЕІС, передбачає спрямування проєктних робіт на індивідуальний для кожного об’єкта проєкт, який відображає його особливості.

– **типове проєктування** припускає конфігурацію ЕІС з готових типових проєктних рішень (програмних модулів), його виконують на основі досвіду індивідуальних проєктів.

За ступенем адаптивності проєктних рішень методи проєктування класифікуються на методи:

– реконструкції, коли перепрограмують наявні програмні модулі;

– параметризації, коли проєктні рішення налаштовують відповідно до змінних параметрів;

– реструктуризації моделі, коли змінюють модель проблемної області, на основі якої автоматично генерують проєктні рішення.

Поєднання різних ознак класифікації методів проєктування обумовлює **характер використовуваної технології** проєктування ЕІС, серед яких виділяють **канонічну та індустріальну** технології (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Характеристики класів технологій проектування

| <i>Клас технології проектування</i> | <i>Ступінь автоматизації</i> | <i>Ступінь типізації</i> | <i>Ступінь адаптивності</i> |
|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|
| Канонічне | Ручне проектування | Оригінальне проектування | Реконструкція |
| Індустріальне автоматизоване | Комп'ютерне проектування | Оригінальне проектування | Реструктуризація моделі (генерація EIC) |
| Індустріальне типове | Комп'ютерне проектування | Типове складальне проектування | Параметризація та реструктуризація моделі (конфігурація EIC) |

Індустріальну технологію проектування поділяють на два підкласи: **автоматизоване** (використання CASE-технологій) і **типове** (параметрично-орієнтоване, або модельно-орієнтоване) проектування.

Використання індустріальних технологій проектування у разі потреби можливе і в окремих випадках канонічної технології.

Для конкретних видів технологій проектування характерне використання специфічних інструментів розроблення EIC, які допомагають здійснювати як окремі етапи проектів, так і їх сукупність. Перед розробниками EIC постає завдання вибрати засоби проектування, що найкращим чином відповідають вимогам конкретного підприємства з урахуванням його специфіки та потреб.

Засоби проектування мають бути:

- інваріантними до об'єкта проектування;
- охоплювати в сукупності всі етапи життєвого циклу EIC;
- технічно, програмно та інформаційно сумісними;
- легко засвоюваними та простими в застосуванні;
- економічно доцільними.

Засоби проектування ЕІС можна поділити на **два класи**: без використання комп'ютерної техніки та з її використанням.

Засоби проектування **без використання комп'ютерної техніки** застосовують на всіх стадіях і етапах проектування ЕІС.

Здебільшого це засоби організаційно-методичного забезпечення операцій проектування (стандарти, єдина система класифікації та кодування інформації, уніфікована система документації, моделі опису та аналізу потоків інформації тощо).

Засоби проектування з **використанням комп'ютерної техніки** можуть застосовувати як на окремих, так і на всіх стадіях і етапах процесу проектування ЕІС.

Усю множину засобів проектування з використанням комп'ютерної техніки поділяють **на чотири підкласи**.

До **першого** підкласу відносять операційні засоби, які підтримують окремі операції проектування ЕІС і можуть застосовуватися незалежно один від одного. До цього підкласу входять алгоритмічні мови, бібліотеки стандартних підпрограм і класів об'єктів, а також утиліти операційних систем. До цього класу також відносять прості інструментальні засоби проектування, такі як засоби для тестування і відладки програм, підтримка процесу документування проєкту та ін. Важливою особливістю цих програм є те, що вони сприяють підвищенню продуктивності праці проєктвальників, але не здійснюють розроблення завершеного проєктного рішення.

До **другого** підкласу відносять засоби, що підтримують проектування окремих компонентів проєкту ЕІС (загально-системного призначення):

- системи управління базами даними (СУБД);
- табличні процесори;
- статистичні пакети прикладних програм;

- оболонки експертних систем;
- графічні редактори;
- текстові редактори;
- інтегровані пакети прикладних програм.

Для зазначених засобів проєктування характерне їх використання для розроблення технологічних підсистем ЕІС: введення інформації; організація зберігання та доступу до даних; обчислення, аналіз і відображення даних; ухвалення рішень.

До **третього** підкласу відносять функціональні засоби проєктування, що підтримують проєктування розділів проєкту ЕІС. Вони спрямовані на розроблення автоматизованих систем управління. Різноманітність предметних областей породжує різноманіття засобів цього підкласу, орієнтованих на:

- тип системи (промислова, непромислова сфери);
- рівень управління (підприємство, цех, відділ, ділянка, робоче місце);
- функцію управління (планування, облік тощо).

До **четвертого** підкласу відносять **засоби автоматизації проєктування** ЕІС (CASE-засоби), що підтримують розроблення проєкту на етапах проєктування. CASE-засоби класифікують в основному за двома ознаками:

- 1) за охоплюваними етапами проєктування ЕІС;
- 2) за ступенем інтегрованості: окремі засоби (**tools**); комплекс неінтегрованих засобів, що охоплюють більшість етапів розроблення ЕІС (**toolkit**); повністю інтегровані засоби, зв'язані загальною базою проєктних даних – репозиторієм (**workbench**).

7.3 Життєвий цикл ЕІС

Технології проєктування, застосовувані сьогодні, припускають поетапне розроблення системи. Етапи зі спільними цілями можуть об'єднуватися у стадії.

Послідовність етапів та стадій, які ЕІС пройде від ухвалення рішення про її створення до припинення функціонування, утворює **життєвий цикл** ЕІС, який зводиться до виконання таких етапів (рис. 7.4.).

1. **Планування та аналіз вимог** (передпроектна) – системний аналіз. Дослідження та аналіз наявної інформаційної системи, визначення вимог до створюваної ЕІС, оформлення техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) і технічного завдання (ТЗ) на розроблення ЕІС.

2. **Проектування** (технічне проектування, логічне проектування). Розроблення відповідно до сформульованих вимог складу функцій (**функціональна архітектура**), складу забезпечувальних підсистем (**системна архітектура**), технічного проекту ЕІС.

3. **Реалізація** (створення програмного забезпечення). Програмування, наповнення баз даних, створення робочих інструкцій для персоналу, оформлення робочого проекту.

4. **Упровадження** (тестування, дослідна експлуатація). Комплексне налагодження підсистем ЕІС, навчання персоналу, поетапне впровадження ЕІС, акт про приймально-здавальні випробування ЕІС.

5. **Експлуатація** ЕІС (супровід). Збір статистики щодо функціонування ЕІС, усунення помилок, модернізація ЕІС.

Часто другий і третій етапи об'єднують в одну стадію, так званий **системний синтез**.

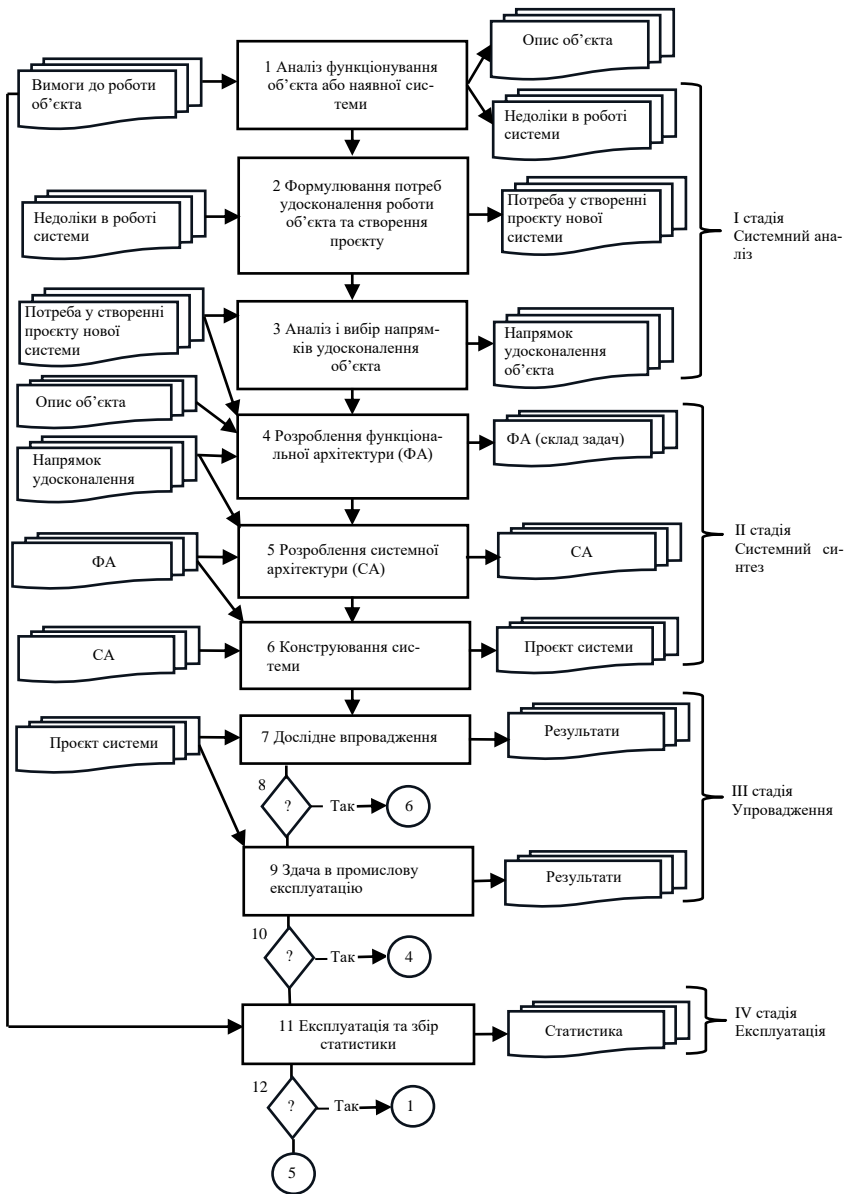


Рисунок 7.4 – Узагальнена технологічна схема життєвого циклу ЕІС

Розглянемо основний зміст стадій і етапів, поданих на рис. 7.4.

Системний аналіз. Основні цілі процесу відносять:

- сформулювати потребу в новій ЕІС (дізнатися недоліки тієї, що існує);
- вибрати напрям і визначити економічну доцільність проєктування ЕІС.

Системний аналіз ЕІС починають з опису та аналізу функціонування системи відповідно до вимог (цілей), які ставлять до нього (**блок 1**).

У результаті цього етапу виявляють основні недоліки наявної ЕІС, на основі яких ставлять завдання визначення економічно обґрунтованої необхідності автоматизації певних функцій управління (**блок 2**), тобто створюється техніко-економічне обґрунтування проєкту.

Після визначення цієї потреби виникає проблема вибору напрямів удосконалення об'єкта на основі вибору програмно-технічних засобів (**блок 3**).

Результати оформляють у вигляді технічного завдання на проєкт, у якому відбиваються технічні умови та вимоги до ЕІС, а також обмеження на ресурси проєктування.

Системний синтез. Цей процес передбачає:

- розроблення функціональної архітектури ЕІС, яка відображає структуру виконуваних функцій. Цей етап (**блок 4**) є найбільш відповідальним із погляду якості для всього подальшого розроблення.
- побудову системної архітектури вибраного варіанта ЕІС, тобто складу забезпечувальних підсистем. Побудова системної архітектури (СА) (**блок 5**) припускає виділення елементів і модулів, визначення зв'язків за інформацією та управлінням між виділеними елементами і розроблення технології оброблення інформації.

– реалізацію проєкту. Цей етап конструювання (фізичного проєктування) охоплює розроблення інструкцій користувачів програм, створення інформаційного забезпечення, зокрема наповнення БД (**блок 6**).

Упровадження розробленого проєкту (блоки 7–10). Процес передбачає виконання таких етапів: **дослідне** впровадження і **промислове** впровадження.

Етап дослідного впровадження (**блок 7**) полягає в перевірці працездатності елементів і модулів проєкту, усуненні помилок на рівні елементів і зв'язків між ними.

Етап здавання у промислому експлуатацію (**блок 9**) полягає в організації перевірки проєкту на рівні функцій і контролю його відповідності вимогам, сформульованим на стадії системного аналізу.

Експлуатація та супровід проєкту. На цій стадії (**блоки 11–12**) виконують такі етапи: **експлуатація** проєкту ЕІС та **модернізація** проєкту ЕІС. Розглянута схема життєвого циклу ЕІС умовно містить тільки **основні процеси**, реальний набір яких і їх поділ на етапи та технологічні операції значною мірою залежать від вибраної технології проєктування.

Важливою ознакою життєвого циклу ЕІС є його повторюваність: «системний аналіз – розроблення – супровід – системний аналіз». Під час першого виконання стадії «Розроблення» створюють проєкт ЕІС, а у разі повторного виконання цієї стадії здійснюють модифікацію проєкту для підтримання його в актуальному стані.

Іншою ознакою життєвого циклу ЕІС є наявність **декількох циклів усередині схеми**:

– перший цикл, що містить блоки 1–12, – **первинне проєктування ЕІС**;

– другий цикл (блоки 7–8, 6–7) – виникає після **дослідного впровадження**, у результаті якого з'ясовують помилки в елементах проєкту, які виправляють, починаючи з 6-го блоку;

– третій цикл (блоки 9–10, 4–9) виникає після **здавання в промислову експлуатацію**, коли виявляють помилки, пов'язані з невідповідністю проєкту вимогам замовника за складом функціональних підсистем, складом завдань і зв'язкам між ними;

– четвертий цикл (блоки 12, 5–12) виникає тоді, коли потрібна модифікація системної архітектури у зв'язку з необхідністю адаптації проєкту до нових умов функціонування системи;

– п'ятий цикл (блоки 12, 1–12) виникає, якщо проєкт системи абсолютно не відповідає вимогам, які ставлять до організаційно-економічної системи з огляду на його моральне старіння, тоді потрібне **повне перепроєктування** системи.

Щоб виключити п'ятий цикл, необхідно виконувати проєктування відповідно до таких вимог:

– розроблення ЕІС слід виконувати у строгій відповідності до сформульованих вимог до створюваної системи;

– вимоги до ЕІС повинні адекватно відповідати цілям і завданням ефективного функціонування економічного об'єкта;

– створена ЕІС повинна відповідати сформульованим вимогам на момент закінчення впровадження, а не на момент початку розроблення;

– упроваджена ЕІС повинна розвиватися і адаптуватися відповідно до вимог до ЕІС, що постійно змінюються.

Серед відомих моделей життєвого циклу можна виділити такі моделі:

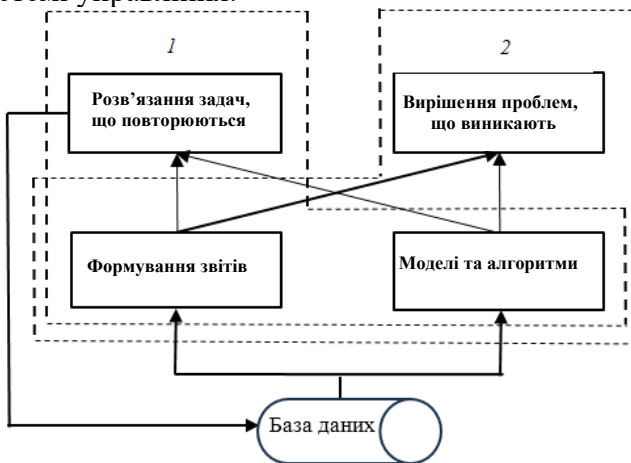
– **каскадна** модель (до початку 70-х років) – послідовний перехід на наступний етап після завершення попереднього;

– **ітераційна** модель (70-80-ті роки) – з ітераційними поверненнями на попередні етапи після виконання чергового етапу;

– **спіральна** модель (80-90-ті роки) – прототипна модель, що припускає поступове розширення прототипу ЕІС.

Тестові завдання до розділу

1. Визначте, який із контурів інформаційних систем, наведених на рисунку, найбільш точно відповідає інформаційній системі управління:



1;

2.

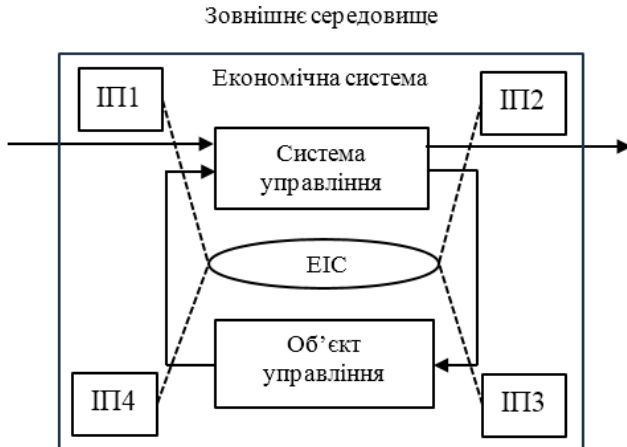
2. Чи правильним є твердження про те, що для систем оброблення даних (ЕDP) характерними є регламентованість (періодичність робіт) щодо формування результативних документів та точно визначений алгоритм розв'язання задач, а самі системи такого класу призначені для керівників середньої ланки управління:

- так;
- ні.

3. Чи правильно є вимога організації та забезпечення роботи підсистеми моделей та алгоритмів у інформаційних системах управління:

- так;
- ні.

4. Який із інформаційних потоків (ІП) у загальній структурі економічної системи, наведеної на рисунку, являє собою сукупність планової, нормативної та управлінської інформації, призначеної для забезпечення господарської діяльності? (введіть номер) ____.



5. Визначте, який з інформаційних потоків (ІП) у загальній структурі економічної системи, наведеної на рисунку, є прямим, а який – зворотним кібернетичним зв'язком:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 1 • 3 • 4 | <ul style="list-style-type: none"> • прямиий кібернетичний зв'язок; • зворотний кібернетичний зв'язок; • –. |
|---|--|

6. Назвіть властивості, яким може відповідати локальна економічна інформаційна система:

може бути багатокористувацькою;

може функціонувати в розподіленій обчислювальній мережі;

автоматизує функції управління на всіх рівнях;

використовується в окремих підрозділах.

7. Порівняйте призначення названих термінів із їх описом:

• проєкт інформаційної системи

• проектування інформаційної системи

• об'єкт проектування

• суб'єкт проектування

• організація-розробник, а також організація-замовник, для якої розробляють ЕІС;

• проектно-конструкторська та технологічна документація, у якій наведено проєктні рішення щодо створення і експлуатації ЕІС;

• окремі елементи або їх комплекси функціональних і забезпечувальних частин інформаційної системи;

• процес перетворення вхідної інформації про об'єкт, методи та досвід проектування.

8. Яке з наведених тверджень найбільш повно, на вашу думку, визначає поняття «технологія проектування економічної інформаційної системи»:

сукупність методології та засобів проектування ЕІС, а також методів і засобів організації проектування – управління процесом створення і модернізації проєкту;

визначення дій, їх послідовності, а також переліку виконавців, засобів і ресурсів, необхідних під час створення ЕІС;

неподільні технологічні операції або підпроцеси зі створення ЕІС.

9. Серед наведених технологій створення економічних інформаційних систем виберіть ті, що можуть бути класифіковані за класом технології проектування:

- канонічне проектування;
- індустріальне автоматизоване проектування;
- індустріальне типове проектування;
- ручне проектування;
- оригінальне проектування;
- реконструкція;
- реконструкція за моделлю;
- типове збиральне проектування.

10. Розташуйте наведені моделі створення та розроблення програмного забезпечення в порядку їх історичної появи:

- 1
- 2
- 3
- каскадна модель;
- спіральна модель;
- ітераційна модель.

РОЗДІЛ 8

ПРОЦЕДУРА АНАЛІЗУ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

8.1 Системний аналіз економічних систем

Під час дослідження властивостей економічних систем підхід із позицій системного мислення допомагає розкрити взаємозв'язки між складниками систем. Такий підхід дає можливість глибше зрозуміти причини багатьох явищ, які нарізно здаються випадковими, але, об'єднавшись у систему, зможуть суттєво впливати на закономірності проходження процесів у системі. Системний підхід дає нове розуміння ефективності функціонування соціально-економічних систем: взаємодія між окремими складниками системи має значно більший вплив на її ефективність, ніж дії кожного складника окремо.

Методики, що втілюють принципи системного аналізу в конкретних умовах, спрямовані на формалізацію процесів дослідження системи або вирішення конкретних проблем. Їх використовують тоді, коли дослідник має обмежену кількість інформації про систему, яка б дозволила знайти адекватний метод формального подання чи вирішення проблеми.

Для всіх методик системного аналізу характерним є формування різних варіантів подання системи (або процесу розв'язання задачі) та вибір найкращого серед них. На різних етапах дослідження використовують наукові методи та прийоми, які містять кілька етапів аналізу, їх зміст залежить від складності завдання, яке вирішують.

Загальна схема етапів системного дослідження наведена на рис. 8.1.

Особливо важливе значення системний аналіз має в дослідженні складних економічних систем, таких як галузі й сектори економіки, економіка загалом і система управління нею.

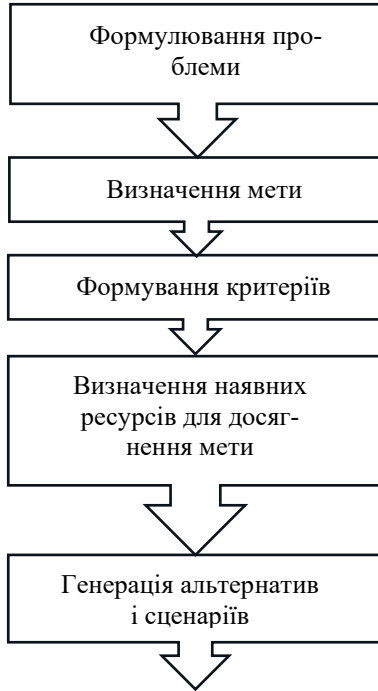


Рисунок 8.1 – Спрощена схема системного дослідження

Системний аналіз економіки полягає у вивченні економічних явищ і чинників як системи, до складу якої входять економічні підсистеми, що зв'язані між собою. Системний аналіз застосовують передусім для дослідження розвитку економічного об'єкта та удосконалення системи управління.

Розглянемо основні ідеї та концептуальні основи системного підходу на прикладі окремої галузі.

1. Метод системного аналізу на галузевому рівні повинен урахувати те, що цілі та перспективи розвитку галузі формують із загальнодержавних цілей розвитку суспільства.

2. Галузь вивчають у складі відповідного економічного сектору. Ураховують його макроекономічні цілі в досягненні стратегічних цілей держави.

3. Галузь розглядають як порівняно ізольовану систему з урахуванням її спеціалізації у процесі виробництва; специфіки організації як самостійної господарської підсистеми; соціальної структури зайнятого в цій галузі населення, його розміщення на території країни і т. п.

4. Розглядають усі підсистеми галузі, у яких складники галузі взаємозв'язані.

5. Галузь вивчають у динаміці розвитку як у довгостроковій (15–20 років), так і в короткостроковій перспективі, причому з позицій ефективного функціонування в кожен поточний період.

6. Для системного аналізу використовують комплекс економіко-математичних моделей досліджуваної системи. На галузевому рівні метод математичного моделювання має такі особливості:

- модель розвитку галузі входить до складу комплексу моделей розвитку економіки;
- економіку галузі можна описати загальною балансовою моделлю;
- процеси розвитку галузі описують комплексом динамічних моделей її об'єктів;
- увесь комплекс моделей розвитку і поточного функціонування галузі повинен бути зв'язаний єдиним комплексом критеріїв оптимальності.

Системний аналіз розвитку галузі містить чотири етапи.

Перший етап – визначення загальної мети системи та критеріїв, які забезпечують подальший вибір оптимального шляху для досягнення цієї загальної мети. Опис галузевого критерію в кількісній формі забезпечує можливість точного кількісного визначення цілей підсистем. Іноді вдається визначити критерії лише на рівні якісних характеристик.

Другий етап системного аналізу передбачає створення та аналіз дерева цілей, що є найбільш трудомістким етапом роботи. Дерево цілей повинно бути розроблене до рівня завдань, вирішення яких не викликає труднощів.

Третій етап системного аналізу передбачає розроблення плану заходів, метою якого є досягнення цілей галузі. Ці заходи розміщують на нижньому рівні дерева цілей і додаються за допомогою системи моделей розвитку галузі. Можна виділити такі групи заходів:

- економічні;
- адміністративно-правові;
- спрямовані на вдосконалення управління;
- у сфері капіталовкладень і будівництва;
- у сфері науково-технічного прогресу та модернізації фондів.

Результативною стратегією групування заходів є їх класифікація за рівнем ефективності, що оцінюється з погляду досягнення цілей, які наведені в дереві цілей. Для розрахунку ефективності використовують евристичні методи й алгоритми (наприклад, метод Делфі). Згідно з експертними оцінками заходи групують в логічній і часовій послідовності.

Четвертий етап – діагностування, тобто виявлення всього комплексу актуальних невирішених проблем. Мета діагнозу полягає в конкретизації створюваної системи, уточненні вимог, розробленні організаційного плану для послідовного конструювання системи, а також виборі засобів і методів управління нею. Процес діагностики системи передбачає безпосереднє обстеження об'єкта, вивчення документації та аналіз думок співробітників.

Більшість інформації, яка може бути отримана, стосується не «хвороб» управління, а швидше «симптомів», у яких проявляється неузгодженість роботи системи управ-

ління. Зазвичай причини такої неузгодженості усвідомлюються рідко, тому **головна мета діагнозу** – встановити ці причини.

Діагностика економічних проблем управління містить такі основні етапи:

- вивчення дисфункцій окремих комплексів і економіки загалом;
- ідентифікація та опис проблем;
- побудова дерева проблем;
- виявлення першочергових проблем і розроблення рекомендацій щодо послідовності їх вирішення;
- відбір засобів для вирішення першочергових проблем із позиції оцінювання ефективності їх реалізації;
- уточнення дерева цілей, комплексів моделей і алгоритмів;
- розроблення організаційного проєкту створення інформаційної системи.

Результати діагностики на рівні макроекономіки повинні містити:

- дерево цілей і критеріїв розвитку системи;
- перелік основних проблем кожного комплексу, їх зв'язок між собою;
- перелік дисфункцій кожного комплексу за основними напрямками діяльності;
- аналіз основних причин виникнення дисфункцій;
- конкретні рекомендації щодо удосконалення системи планування та управління;
- проєкт організаційного плану робіт;
- уточнений варіант мережевого графіка створення системи і т. ін.

8.2 Особливості дослідження економічних систем

У технічних системах проблеми безпосередньо підлягають вирішенню. В економічних системах навіть явно сформульовану проблему можна вивчити і структурувати з метою з'ясування того, що насправді необхідно вирішувати.

Слабка структурованість економічних проблем диктує підвищені вимоги до системного аналізу. Їх виконання забезпечують за допомогою дотримання таких правил і рекомендацій:

1. У разі виявлення зацікавлених сторін у список учасників проблемної ситуації необхідно внести:

- індивідуумів і організації, що безпосередньо постраждали в цій проблемній ситуації;
- індивідуумів і організації, що опинилися «у виграші» в обставинах, що склалися, та зацікавлені в її тривалому збереженні без змін;
- активні сили, які виступають за вирішення проблеми;
- організації та особи, що мають владу, достатню для вирішення проблеми;
- інші сторони, які через низку обставин не мають можливості виразити свою причетність до проблемної ситуації, але які тією чи іншою мірою вплинуть на результати її вирішення;
- минулі й майбутні покоління.

Внесення до переліку зацікавлених сторін минулих і особливо майбутніх (!) поколінь є моральним обов'язком. Морально допустимим у системному аналізі є все те, що попросили б нас зробити майбутні покоління, будь у них можливість звернутися до нас, і те, що отримало б схвалення у минулих поколінь.

2. Наявність багатьох зацікавлених сторін обумовлює наявність різних, часто протилежних і несумісних

поглядів на світ. Це може бути причиною всіляких конфліктів. Тому забезпечення цілісності та єдності економічної системи за наявності розбіжностей у її елементах є важливим завданням.

Історичний досвід підтверджує, що застосування сили, нехтування інтересами меншин заради інтересів більшості призводить до того, що жертвою може стати кожен. Це стосується і демократичних форм вироблення колективних рішень. Виявляється, що суть демократії полягає не в ухваленні рішень більшістю голосів, а в захисті інтересів меншини і дотриманні інтересів кожної окремої особи.

Проте в конфліктних ситуаціях питання про сумісне існування протилежних поглядів переходить в практичну площину. Постає питання про те, які дії щодо зміни ситуації допустимі, а які – ні?

Вимога вважати поліпшувальними тільки такі зміни, які покращують ситуацію хоча б одного елементу системи і не погіршують її з погляду всіх останніх, часто призводить до неможливості внесення змін загалом.

Кращим рішенням у такому разі є консенсус. Досягти його часто важко, а іноді неможливо. Технологія проведення переговорів і пошуку консенсусу добре відпрацьована в дипломатії.

Якщо консенсус неможливий, то можна вносити допустимі зміни, що не вирішують, а відкладають проблему. При цьому створюється нова ситуація, досягається якийсь результат, щось поліпшується, відчувається рух уперед, накопичуються досвід і знання, які згодом повинні забезпечити остаточне вирішення проблеми. Це означає, що проблему, яку ми не можемо вирішити сьогодні, слід вважати умовою, яку треба буде враховувати до того часу, доки ми не зможемо змінити її.

3. Відкладання вирішення проблеми на потім свідчить про її недооцінку. Вона полягає в тому, що часова перспектива подібна до просторової: чим далі від нас подія, тим меншого значення ми схильні їй надавати. На проблеми майбутніх поколінь ми дивимося немов крізь зменшувальне скло. Відомо, наприклад, що запаси родовищ вуглеводнів у світі закінчаться до кінця поточного сторіччя, а переважна більшість людей, на відміну від деяких науковців, не надають цьому факту нікого значення.

Водночас існують і об'єктивні причини такого явища. Справа полягає в тому, що вирішення одних проблем зазвичай породжує масу інших. У результаті в моделі майбутнього доводиться розглядати **дерева варіантів**, що інтенсивно розгалужуються.

Збільшення кількості майбутніх проблем призводить до неможливості однакового опрацювання і обліку всіх можливих варіантів розвитку системи, і ми вимушені зменшувати їх кількість, спрощуючи завдання.

На цьому етапі необхідно турбуватися про **зниження неминучих втрат**. Існують принаймні два прийоми забезпечення цілеспрямованого скорочення дерева варіантів:

а) у разі порівняння можливостей, що втрачаються, під час відсікання гілки з можливостями вибрати найменш «збитковий» варіант для вирішення проблеми, що залишається (метод нечислової оптимізації);

б) штучно забезпечити посилення впливу майбутніх поколінь за допомогою вагових коефіцієнтів.

Ці прийоми дозволяють компенсувати ефект недооцінювання майбутнього.

4. Під час проведення системних досліджень економічних систем етап визначення цілей дуже важко реалізувати.

Людам важко формулювати свої дійсні цілі. Іноді деякі цілі свідомо приховуються, інакше вони можуть змінюватися з часом. У таких ситуаціях рекомендують застосовувати такі **способи підвищення об'єктивності** під час визначення цілей досліджуваної системи:

а) аналіз вибору в минулому, оскільки саме в ньому матеріалізуються дійсні цілі людей і міститься необхідна інформація;

б) виявлення системи цінностей особи, що ухвалює рішення, оскільки цілі суб'єкта впливають з його світогляду.

Тому та роль, яку в природних і реальних системах відіграють об'єктивні причини та причинно-наслідкові зв'язки, в економічних системах належить суб'єктивним цілям людей та їх діяльності, спрямованій на здійснення власних цілей.

5. Існує проблема вибору критеріїв. Багато цілей важко або неможливо описати кількісно.

Критерій завжди приблизно характеризує досягнення мети. Наприклад, рівень медичного обслуговування населення оцінюють за показником дитячої смертності, а успішність роботи наукового співробітника – за обсягом його наукових публікацій за звітний період.

У поставленні завдання важливу роль відіграють критерії-обмеження. Невеликі зміни останніх можуть істотно позначитися на вирішенні проблеми. Небезпека полягає в тому, що не задавши всіх необхідних обмежень, ми можемо одночасно з максимізацією або мінімізацією основного критерію отримати непередбачені та небажані супутні ефекти. Наприклад, розбагатівши, можна втратити друзів, а іноді й совість.

6. Труднощі в дослідженні економічних систем, пов'язані зі складністю їх формалізованого опису.

Складні системи не піддаються повній формалізації. Отже, повністю формалізовані завдання, які вдається поставити під час дослідження складних систем, обов'язково мають частковий і підпорядкований характер.

Результати розв'язання формалізованої задачі слід розглядати як попередні, допоміжні дані у вирішенні початкової проблеми.

У економічних системах математичне моделювання є складним і призводить до неточних і нестійких результатів. Чим складніше система, тим обережніше слід ставитися до її оптимізації.

8.3 Методи якісного оцінювання систем

Методи оцінювання систем поділяють на якісні та кількісні.

Якісні методи використовують на початкових етапах моделювання. У результаті такого моделювання розробляється концептуальна модель системи.

Кількісні методи використовують на подальших етапах моделювання для кількісного аналізу варіантів системи.

Між цими крайніми методами є й такі, за допомогою яких прагнуть охопити всі етапи моделювання: від поставлення завдання до оцінки варіантів, але для поставлення завдання оцінювання використовують різні початкові концепції та термінологію з різним ступенем формалізації. До таких методів відносять:

- кібернетичний підхід до проектування систем управління та ухвалення рішень (як наслідок ТАУ щодо організаційних систем);

- інформаційно-гносеологічний підхід до моделювання систем (за спільністю процесів відображення в системах різної фізичної природи);

- структурний і об'єктно-орієнтовані підходи системного аналізу;

- метод ситуаційного моделювання;
- метод імітаційного динамічного моделювання.

До основних методів якісного оцінювання систем відносять:

- методи колективної генерації ідей;
- методи сценаріїв;
- методи експертних оцінок;
- метод Дельфі;
- метод дерева цілей;
- морфологічні методи.

Методи типу «мозкова атака», або «колективне генерування ідей»

Концепція «мозкова атака» набула поширення з початку 50-х років як метод тренування мислення, спрямований на відкриття нових ідей і досягнення згоди групи людей на основі інтуїтивного мислення.

Зазвичай під час використання цих методів прагнуть виконувати такі вимоги:

- забезпечити учасникам вільність мислення та стимулювати виникнення нових ідей;
- вітати будь-які ідеї, навіть якщо вони здаються абсурдними;
- не допускати критики будь-якої ідеї;
- бажано висловлювати якомога більше ідей, особливо нетривіальних.

Залежно від ухвалених правил і ступеня їх виконання виділяють:

- пряму «мозкову атаку»;
- обмін думками;
- колективне обговорення ідей і варіантів ухвалення рішень.

Методи типу сценаріїв

Метод підготовки й узгодження поглядів на проблему або аналізований об'єкт, викладені письмово, отримав назву **сценарій**. Спочатку цей метод передбачав створення тексту, який містив можливі варіанти вирішення проблеми, упорядковані за часом. Проте вимога часових координат пізніше стала неактуальною – це будь-який документ, що містить аналіз цієї проблеми або пропозиції щодо її вирішення незалежно від форми подання.

Сценарій не лише передбачає розрахунки, спрямовані на уникнення упущення деталей системи (у цьому полягає основна роль сценарію), які зазвичай не враховують у формальних виразах, а й містить результати кількісного техніко-економічного або статистичного аналізу, супроводжувані попередніми висновками, які можна зробити на їх підставі.

Методи експертних оцінок

Ці методи використовують під час оцінювання складних систем на якісному рівні. Передбачається, що думка групи експертів надійніша, ніж думка окремого експерта.

Проблеми, які можна вирішувати за допомогою цих методів, поділяють на два класи.

До **першого** класу відносять ті, для яких доступна достатня інформаційна підтримка. Експерта розглядають як джерело достовірної інформації; групова думка експертів близька до дійсного рішення.

До **другого** класу відносять проблеми, щодо яких недостатньо знань для упевненості. У такому разі необхідно обережно підходити до результатів експертизи.

Для кількісної оцінки ступеня узгодженості думок експертів застосовують так званий **коефіцієнт конкордації W** . Він має значення в діапазоні $0 < W < 1$, де $W = 0$ – повна протилежність, а $W = 1$ – повний збіг ранжувань, побудованих

експертами. Узгодженість вважають прийнятною, якщо $W = 0,7-0,8$.

До найбільш споживаних процедур експертних вимірювань відносять:

- ранжування;
- парне порівняння;
- множинні порівняння;
- безпосередня оцінка;
- Черчмена-Акоффа;
- метод Терстоуна;
- метод фон Неймана-Моргенштерна.

Методи типу «Дельфі»

Метод Дельфі припускає повну відмову від колективних обговорень. Це робиться для того, щоб зменшити вплив таких психологічних чинників, як приєднання до думки найбільш авторитетного фахівця, небажання відмовитися від публічно висловленої думки, що не збігається з думкою більшості.

Метод Дельфі охоплює програму послідовних індивідуальних опитувань, які проводять у формі анкетування, замість прямих дебатів. Відповіді анкетують, узагальнюють і разом із новою додатковою інформацією подають експертам. Після цього експерти уточнюють свої первинні відповіді, і такий процес повторюють кілька разів до досягнення прийнятної узгодженості оцінок експертів. Результати експерименту показали, що після п'яти турів опитування вдається досягти прийнятної узгодженості думок експертів.

Процедура Дельфі-методу полягає в такому:

1) організують послідовність циклів «мозкової атаки»;

2) розробляють програму послідовних індивідуальних опитувань за допомогою запитальників, що містить контакти між експертами, але передбачає знайомство з думками

експертів між турами; перелік питань від туру до туру може уточнюватися;

3) експертам присвоюють вагомі коефіцієнти значущості їх думок, які обчислюють на основі попередніх опитувань і уточнюють між турами. Ці коефіцієнти використовують під час розрахунку узагальненої оцінки.

Недоліки методу Дельфі:

- значна витрата часу на проведення експертизи;
- потреба у повторних переглядах власних відповідей експертом, що викликає у нього негативні емоції та може впливати на результати експертизи.

Метод QUEST (Qualitative Utility Estimates for Science and Technology – кількісні оцінки корисності науки та техніки). В основу методу покладено ідею розподілу ресурсів на основі можливого внеску (визначають методом експертної оцінки) різних галузей і наукових напрямів у вирішення поставлених завдань.

Метод SEER (System for Event Evaluation and Review – система оцінок і огляду подій) використовує два тури оцінки. У кожному турі є різні експерти. У першому турі – фахівці промисловості. У другому турі – фахівці в галузі природних і технічних наук. Експерт кожного туру не повертається до розгляду своїх відповідей, за винятком того, коли його відповідь випадає з деякого інтервалу, в який потрапляє більшість оцінок.

Методи типу «дерево цілей»

Ідея методу вперше була запропонована Черчменом у зв'язку з проблемами ухвалення рішень у промисловості. Термін «дерево цілей» має на увазі використання ієрархічної структури, отриманої шляхом розділення загальної мети на проміжні цілі, а їх – на детальніші складники.

Метод *PATTERN* (Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers – допомога плануванню за допомогою відносних показників технічного оцінювання).

Суть методу *PATTERN* полягає в такому. Виходячи зі сформульованих цілей споживачів продукції фірми на прогнозований період, здійснюють розгортання «дерева цілей». Для кожного рівня «дерева цілей» вводять низку критеріїв. За допомогою експертної оцінки визначають вагомість критеріїв і коефіцієнти значущості, що характеризують важливість внеску цілей у забезпечення критеріїв. Значущість мети визначають **коефіцієнтом зв'язку**, що показує суму добутків усіх критеріїв на відповідні коефіцієнти значущості. Загальний коефіцієнт зв'язку деякої мети (щодо досягнення мети вищого рівня) визначають шляхом перемноження відповідних коефіцієнтів зв'язку в напрямку вершини дерева.

Морфологічні методи

У морфологічному дослідженні знаходять всі можливі варіанти вирішення проблеми або реалізації системи шляхом комбінування виділених елементів або їх ознак.

Швейцарський астроном Цвіккі запропонував три методи морфологічного дослідження:

1. Метод систематичного покриття поля (МСПП). Передбачає виділення так званих опорних пунктів знання в будь-якій досліджуваній сфері та використання для заповнення поля деяких сформульованих принципів мислення.

2. Метод заперечення і конструювання (МЗК). Вважають, що на шляху прогресу знаходяться догми і компромісні обмеження, які є сенс заперечувати, і отже, сформулювавши деякі пропозиції, корисно замінити їх потім на протилежні та використати під час проведення аналізу.

3. Ідея найбільш поширеного методу морфологічного ящика (ММЯ) полягає в ідентифікації всіх можливих параметрів, які можуть впливати на вирішення проблеми. Ці параметри подають у вигляді матриць-рядків. Потім у цій морфологічній матриці-ящику визначають усі можливі комбінації параметрів, вибираючи по одному з кожного рядка. Отримані варіанти оцінюють та аналізують для вибору найкращого рішення.

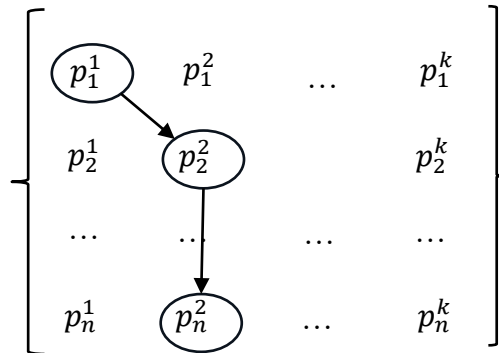


Рисунок 8.2 – Схема методу морфологічного ящика

Побудову й дослідження за ММЯ проводять в п'ять етапів.

Етап 1. Точне формулювання поставленої проблеми.

Етап 2. Виділення показників, від яких залежить вирішення проблеми. На думку Ф. Цвіккі, за точного формулювання проблеми виділення показників відбувається автоматично.

Етап 3. Зіставлення показника його значень і зведення цих значень в таблицю, яку Цвіккі і називає морфологічним ящиком. Такі набори називають варіантами рішення або просто варіантами. Загальне число варіантів у морфологічній таблиці становить $L' = K_1 K_2 \dots K_n$,

де $K_i (i = 1, 2, \dots, n)$ – число значень показника.

Етап 4. Оцінка всіх наявних у морфологічній таблиці (ящика) варіантів.

Етап 5. Вибір із морфологічної таблиці найбільш бажаного варіанта вирішення проблеми.

Тестові завдання до розділу

1. Який із типів шкал вимірювання характеристик систем єдиним можливим перетворенням F дозволяє тотожні перетворення $f(x) = \{e\}$, де $e(x) = x$ тобто існування тільки одного відображення емпіричних об'єктів у числову шкалу:

- абсолютні шкали;
- шкали відношень;
- шкали різниць;
- номінальні шкали;
- рангові шкали?

2. Чи правильним є твердження про те, що різницеві та інтервальні шкали є частковим випадком шкал відношень залежно від вибору масштабу вимірювань:

- так;
- ні?

3. Якому типу шкал вимірювання об'єктів відповідає наведений рисунок:

- номінальні;
- рангові;
- відношень;
- абсолютні;
- різницеві ?

4. Визначте, за яких умов який тип усереднення результатів вимірювань доцільно використовувати:

- середнє арифметичне
- важливі не абсолютні значення, а відносний розкид характеристик;
- середнє геометричне
- у разі, коли сталою повинна бути сума величин,

- середнє гармонічне
- обернених індивідуальним значенням характеристик;
- потрібно порівняти абсолютні значення характеристики декількох систем.

5. Згідно з правилом мажорантності середніх упорядкуйте способи розрахунку середніх значень величин у порядку зростання:

- 1
- 2
- 3
- 4
- середнє геометричне;
- середнє квадратичне;
- середнє арифметичне;
- середнє гармонічне.

6. Який із названих нижче способів оцінки середніх значень є найбільш доцільним для рангових, порядкових та абсолютних шкал вимірювання значень показників:

- середнє арифметичне;
- математичне сподівання;
- середнє геометричне?

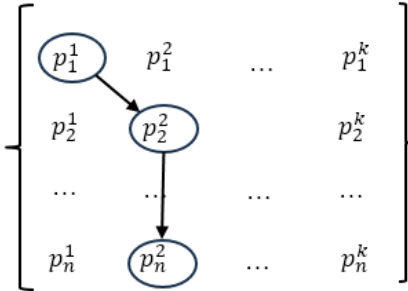
7. Виконайте ранжування класів критеріїв якості показників у порядку зростання їх рівня значущості:

- 1
- 2
- 3
- критерії переважання;
- критерії придатності;
- критерії оптимальності.

8. Чи правильним є твердження про те, що такі властивості систем, як інерційність, гнучкість, точність та зв'язність перебувають на одному рівні за шкалою рівнів якості систем з управлінням

- так;
- ні?

9. Якому з методів пошуку рішення та аналізу проблеми відповідає рисунок:



- метод Дельфі;
- метод систематичного покриття поля;
- метод морфологічного ящика;
- метод QUEST;
- метод SEER?

10. У наведеному списку визначте процедури, які відносять до процедур експертних вимірювань:

- ранжування;
- попарне порівняння;
- метод Терстоуна;
- безпосередня оцінка;
- метод Черчмена – Акоффа;
- метод Дельфі;
- метод Цвіккі;
- методи типу сценаріїв.

РОЗДІЛ 9

ПІДХІД СТАФФОРДА БІРА ДО СИНТЕЗУ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

9.1 Анатомія управління

У економічних одиницях або фірмах існує ряд проблем. Якщо подивитися на організм людини, то виявиться, що і тут ті ж самі проблеми, але вони надійно вирішуються. Наша фізична активність повністю інтегрована, а множина суперечливих вимог на наші внутрішні ресурси в будь-який момент часу легко можна задовольнити шляхом їх перерозподілу. Більшість функцій управління здійснюють усередині, так що «вище керівництво» – кора головного мозку – здебільшого не бере участі ні в біохімічних, ні в електричних процесах. Коли потрібний відпочинок, організм може відпочити, а коли потрібна бурхлива активність, то весь фізичний апарат відразу ж запускається в дію. Звичайно, це гарне управління. Як же це робиться? Чи можемо ми створити модель такої системи, яка була б порівнянна з моделлю фірми, організаційну структуру якої можна б крок за кроком використовувати з корисним результатом? Відповідь така: можна спробувати це зробити, бо основні атрибути системи управління й основні особливості практики управління загальні для обох систем.

Фізіологія управління

Спинний мозок є найдавнішим типом нервової структури. Він був першим створенням еволюції, а головний мозок став її вершиною. Найпримітивніші організми, деякі з яких взагалі не мають кісток, мають нервову речовину, по якій проходить інформація від усього їх тіла. Це означає наявність аферентних і еферентних ланцюгів. У людини 31 пара спинномозкових нервів, за допомогою яких нервова мережа охоплює велику частину нашого тіла, а спинний мозок забезпечує центральну командну вісь.



Рисунок 9.1 – Спинний мозок людини

Зазначимо, що більшість живих структур (зокрема і нервову систему) завдяки будові живої тканини краще за все розглядати як трубчасті. Аферентна частина системи управління закінчується на сенсорній платі, а моторна плата починає її еферентну частину, і обидві вони з'єднуються через анастомотик ретикулум. Трубка, твірна спинного мозку, так і влаштована – обидві плати зігнуті й утворюють трубу. Поперечний розріз цієї трубки покаже своєрідний аферентно-еферентний реагуючий механізм, який ми і очікували. Вхідні імпульси потрапляють на задню стінку трубки, а вихідні будуть надходити з передньої стінки (рис. 9.2).

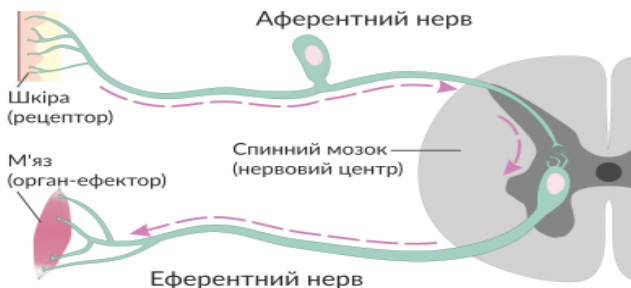


Рисунок 9.2 – Аферентно-еферентний механізм

Тепер на хвилину ми можемо забути про вертикальну систему, розташовану уздовж цієї трубки.

Необхідний новий перетин. Видиму, зовнішню частину мозку, схожу на ядро волоського горіха, називають корою головного мозку. Як і у волоського горіха, вона розділена на дві частини – мозкові півкулі. На цьому аналогія закінчується. Ці півкулі насправді – труби, що обвивають навколо те, що знаходиться всередині. Труби ці дуже великі й майже плоскосплюснуті. Але навіть і в такому разі в них залишаються простори, які називають шлуночками. Причиною того, що ці труби такі великі, є те, що мозку потрібна велика поверхня, а причиною його сплюсненої зовнішньої поверхні є частково проблема упаковки, а частково необхідність місця для внутрішніх з'єднань. Обидві половини сполучено величезною кількістю проводів (мозолисте тіло), що розміщені поверх того, що «міститься всередині».

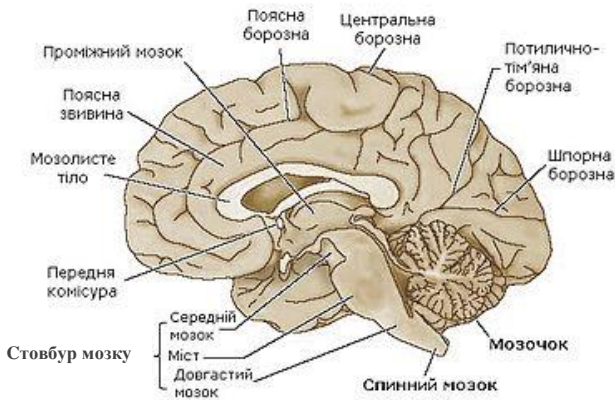


Рисунок 9.3 – Головний мозок

Уся ця будова має стосуватися вищих функцій мозку – його інтелекту. І якщо зняти кору головного мозку, то можна буде подивитися, що знаходиться під нею.

Перший горб називають довгастим мозком, а другий – мостом. Позаду знаходиться четвертий шлуночок, як і скрізь, де труба не повністю сплюснута, – порожниста частина висхідної труби. Після цього йде середній мозок, потім проміжний мозок, а простір, що залишився в трубці, – третій шлуночок. Сторони проміжного мозку утворюють зоровий горб, який іноді трактують як комутатор мозку. Деяко попереду розміщені базальні ядра, позаду – мозочок.

Необхідно мати уявлення про анатомію цих частин, оскільки основа мозку є продовженням мозку спинного. Від нього відходять дванадцять пар нервів – черепномозкові нерви. Ми описуємо мозок на розмовній мові, маючи на увазі наші здібності до асоціацій, звичних уявлень, роздумів, спогадів, передбачення, до можливості думати, взагалі кажучи, коли ми посилаємося анатомічно перш за все на кору головного мозку.

Важливо зазначити, що цей апарат не має прямих контактів із зовнішнім світом, навіть із тим, частиною чого він

є, – з мозком. Уся інформація виникає в рецепторах, які використовують 31 плюс 12 пар нервів як канали зв'язку. Ця інформація потім обробляється у спинному мозку і в основі мозку, які незважаючи на всю їх складність можна розглядати як анастомотик ретикулум старої частини нервової системи.

Спинний мозок – це вертикальна вісь управління, як про це вже зазначали, по ньому передається інформація в головний мозок. У основі мозку також збирається інформація, пов'язана з вельми специфічними відчуттями (зір, слух і т. п.), яка надходить через їх власні черепномозкові нерви. Тут відбуваються головні процеси комутації даних, що надходять, вони необхідні для управління тілом до того, як почнеться обдумування дії. Для досягнення цього основа мозку повинна передати інформацію корі головного мозку, і якщо ми свідомо вирішуємо що-небудь зробити, основа мозку повинна отримати відповідні інструкції, переробити їх в команди і передати їх вниз спинному мозку для вироблення дій.

9.2 Автономне управління

Розглянемо фірму як цілий організм із вертикальною командною віссю, що складається з п'яти ієрархічно організованих комп'ютерних систем. Розглянемо одне з відділень фірми незалежно від того, є воно цілісною компанією або підрозділом, як аналог органу тіла корпорації. На рівні системи цей елемент сполучений із вертикальною командною віссю горизонтальними командними осями. Відділення, що цікавить нас (назвемо його В), підтримує свою діяльність, яка показана на рис. 9.3 хвилястими стрілками.

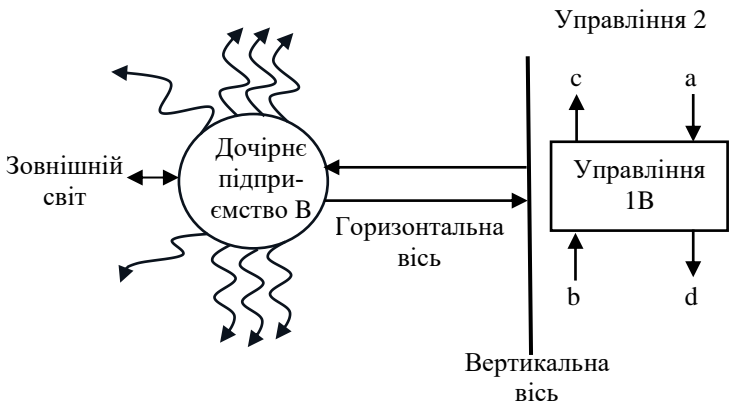


Рисунок 9.3 – Дочірнє підприємство (відділення) В фірми підтримує свої власні зв'язки із зовнішнім світом, у нього свої проблеми управління в рамках фірми і своя система управління як частина загальної для всієї фірми системи

Те, що відбувається в цьому відділенні, повинне повідомлятися системою 1 у систему 2, яка є аналогом спинного мозку. На рис. 9.3 показаний усього один «хребець» системи 2, саме він є командним центром системи 1. Оскільки наше відділення представляє частину корпорації як цілого, її діяльність повинна відчуватися зовнішніми рецепторами. Інформація з системи надходить горизонтальними каналами в систему 1 і 2, а її реакція прямує назад у відділення. Указівки, що надходять з цього відділення, тобто системи 1, надходять з відповідного хребця системи 2 як із системи більш високого рівня вниз по лінії *a* (а ті, які призначені для дій на нижньому рівні, проходять вниз по лінії *d*). Дані про діяльність інших відділень, призначені для вищих рівнів управління, йдуть вгору по лінії передачі *b*, де вони з'єднуються з новою інформацією, що проходить з цього центру вгору по лінії *c*.

Розглянемо ланцюг управління системи 1. По-перше, не важко уявити собі пристрої, які інформуватимуть систему 2 про діяльність відділень, використовуючи управлінську діяльність самої системи 1. Де б не використовувалися комп'ютери, завжди встановлюється певний порядок передачі інформації. Зазвичай він передбачає створення відділу, де інформацію про важливі статистичні дані обробляє комп'ютер. Це загалом прийнятна форма підготовки даних для внутрішніх потреб. Але вона викликає затримку, а також вимагає відбору даних і їх кодування людиною. В ідеалі нам би хотілося автоматичної реєстрації того, що відбувається у відділенні, на користь усіх рівнів системи управління корпорацією. Тому система 1 потребує роботи передавачів, аналогічних зовнішнім рецепторам людського тіла. Для більшості даних зробити це неважко. Так, наприклад, до будь-якого оброблювального верстата підведений силовий електричний ланцюг. Якщо оброблювальний верстат працює, то початок і кінець виробничої операції можна фіксувати в реальному часі. Темп виробничої операції також може бути вимірний, а дані про нього введені в систему управління.

Тепер «хребець» системи 2, який у системі 1 управляє відділенням В, має у своєму розпорядженні набір основних інструкцій, які отримують по низхідному каналу лінії a , разом із останніми змінами і спеціальними вказівками, які він готовий зіставити з передаваними даними встановленого плану. І тоді слід вживати заходів для корегування плану. У цьому полягає головне завдання системи 1 – швидко погодити його і потім передати відкорегований план до цього підрозділу. Це рефлекторна дія, і за технікою управління у нього багато спільного з наведенням зброї на ціль.

9.3 Управління корпорацією

На рис. 9.4 можна побачити аналог спинного мозку, розташування всіх систем і те, як кожна із цих систем обмінюється інформацією з іншою, щоб виключити логічні суперечності. Усі вони повинні діяти узгоджено по низхідній лінії *a*, яка передає команди.

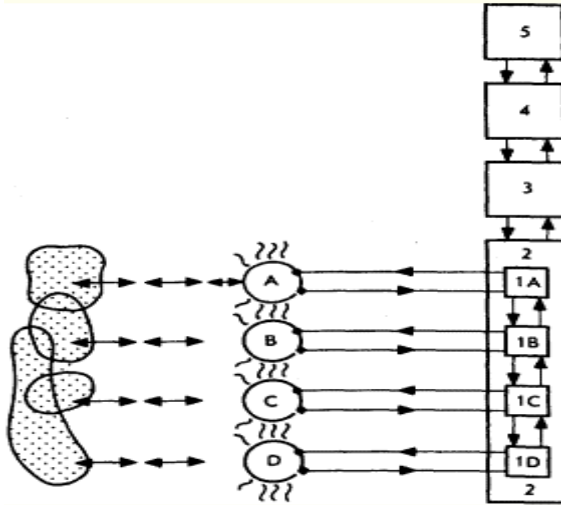


Рисунок 9.4 – Автоматизована система управління фірмою, що має чотири дочірні підприємства А, В, С, D, кожне з яких поставляє свою продукцію іншим і в зовнішній світ

Проте лише відсутності суперечностей між керівниками системи 1 недостатньо. Труднощі виникають, коли процес управління (система 1 взаємодіє з системою 2) розглядають як динамічну діяльність. Тут починає відігравати роль сама автономна система. Ми вже бачили на рис. 9.3, як система 2 формує аналог спинного мозку.

На рис. 9.4 до неї додана нейрофізіологічна автономна система. З правого боку рисунка наведений аналог симпа-

тичного стовбура, який зв'язує разом хребетні вузли системи 2. З лівого боку рисунка нанесений аналог парасимпатичної нервової системи. Система 2 контролює стабільність внутрішньої обстановки на фірмі і робить це, забезпечуючи зворотний зв'язок. Кожен орган тіла, який ми назвали відділенням фірми, був би ізольований по горизонтальній осі, якби не було організовано так, що орган, який управляє, створює набір зв'язаних один із одним контрольних пристроїв, який ми і називаємо системою 2. Але сама система 2 працювала б безцільно, якби не управлялася з більш високого рівня – системою 3.

Розглянемо початок виробництва на фірмі, припускаючи, що кожне її відділення відіграє свою роль у випуску основного набору продукції фірми. Хай, наприклад, відділення А випускає таку продукцію, частина якої йде прямо на продаж у зовнішньому світі (як показано на рис. 9.4), але інша її частина передається у відділення В для подальшого оброблення. Після цього частину таких виробів передають у відділення С і т. д. Припустимо, щось є проблеми з виробничою програмою у відділенні С. Його керівник 1С спробує відповідно перебудувати план роботи відділення С. Може трапитися так, що це неможливо зробити локально, в тому сенсі, що контракт на постачання з відділення В потребуватиме зміни, а контракт на постачання продукції у відділення D не можна буде виконати. Керівник 1С повинен інформувати керівників 1В і 1D, і всі вони разом спробують змінити свої плани, щоб задовольнити один одного. Неприємності можуть поширитися також від відділення В до відділення А, від відділення D до відділення Е і т. д.

У доповіді Principles of Self-Organization (Праці симпозиуму з кібернетики, 1960 р.) Стаффорд Бір запропонував математичну модель описаної тут схеми і показав, як можна її використовувати щодо діяльності фірми. Модель Ста-

ффорда Біра побудована виходячи з таких основних посилок. Як сенсорна, так і моторна діяльності мозку (який містить її найвищу ланку – систему 5, подану частинами головного мозку, що по-різному розташовані) спрямовані на управління як внутрішніми, так і зовнішніми подіями. Організми, будь-то людські тіла або фірми, чітко розмежують всі ці чотири групи. Якщо виникає плутанина під час розгляду зовнішніх і внутрішніх подій або якщо пасивні події сприймаються як інформація про активні дії в будь-якій з цих сфер, то це свідчить про серйозні проблеми. Тоді перед центром перемикавання на рівні зорового горба (у цьому разі системи 4) виникає загальне завдання – безпомилкове погодження поточного стану діяльності всіх чотирьох груп. На рис. 9.5 показано, яким чином усі шість можливих пар поєднань чотирьох груп діяльності мозку повинні бути внутрішньо узгоджені для відповідності умовам зовнішнього світу, що змінюються.

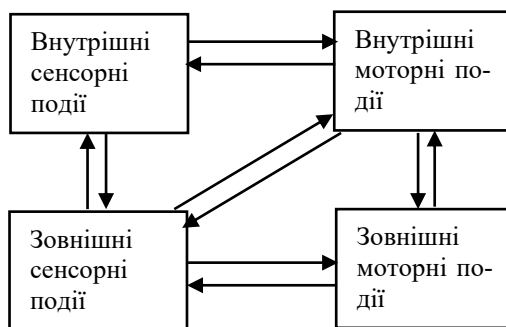


Рисунок 9.5 – Управління будь-якою корпорацією (фірмою, тілом людини) вимагає постійного порівняння шести пар зон їх головної відповідальності

Отже, є набір станів, у яких має намір розібратися будь-яка з цих груп. Оскільки кожна така група сама по собі є

дуже складною організацією, залученою у величезну кількість подій, і оскільки кожна така подія може набирати будь-якої форми з величезної кількості можливих, перед нами знову типова система різноманітності, що збільшується.

Стан системи визначають як конкретне розташування її частин щодо подій у разі заданої конфігурації подій. Розглядаючи першу з двох систем, ми можемо зобразити її стан (яким би великим, розгалуженим і таким, що розростається, він не був) у будь-який заданий момент у вигляді жирної точки. Хай ця жирна точка фіксує якийсь унікальний стан усієї системи, тобто відображає все, що характеризує систему. Інший її стан буде відмічений іншою точкою. Тоді можна собі уявити систему фазового простору, що містить мільйони точок. Інакше кажучи, будь-який стан системи зображується точкою. Припустимо тепер, що відбулася якась зміна всередині системи. Тоді її стан буде відображений новою точкою, яка (як можна собі уявити) тепер стала б такою, що світиться, а точка, яка світилася до цього, тепер би згасла. Рух світла з точки 1 у точку 2 стане *траєкторією* зміни стану системи.

Кожна подія змінює стан системи, отже, траєкторія буде безперервною. Але ми можемо відрізнити стани, які підтримують гомеостаз системи, від тих, які його не забезпечують. Зберемо точки, що передають стійкий стан системи, в одну групу і окреслимо її межі. У такому разі траєкторія зміни станів системи повинна переміщатися *усередині* нашого контура. Якщо траєкторія вийде за його межі, то система вийде зі стану гомеостазу.

Якщо дві такі стійкі системи об'єднати, то можна буде реалізувати концепцію їх *сумісного* гомеостазу (що еквівалентно умові метасистеми, що складається з двох систем), і тоді можна собі уявити їх метакеровану роботу. Вона працює як самозаборонна система, зображена на рис. 9.6.

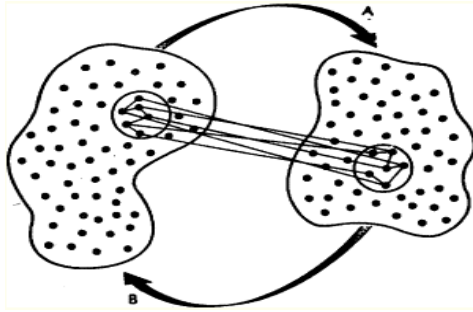


Рисунок 9.6 – Самозаборонний гомеостаз типу запропонованого Ешбі, здійснюваний двома будь-якими зонами, зображеними на рис. 9.5

Кожна точка на рис. 9.6 відображає загальну конфігурацію системи. Точки в колах передають стан системи, що задовольняє вимоги. Обидві системи перебувають в рівновазі, оскільки траєкторія кожної (суцільні лінії) залишається усередині кільця.

Припустимо спершу, що кожна з них як первинна працює в умовах місцевого гомеостазу, так що траєкторія зміни стану кожною з них знаходиться усередині її власної області. Припустимо далі, що повідомлення, передавані по лініях А і В, не несуть інформації про стан кожної з систем у цей і наступний моменти (ці канали зв'язку не мають у своєму розпорядженні потрібної для цього різноманітності); вони просто підтверджують наявність гомеостазу. Це означає, коли одна система взаємодіє з іншою, то вона розпізнає стан, що є нормальним для їх співіснування. Декілька таких станів показано тонкими лініями на рис. 9.6.

Отже, це дозволяє двом системам обмінюватися відомостями одна з одною щодо великої кількості станів без порушення закону про необхідну різноманітність та вимог теорії про місткість каналів зв'язку. Тоді наша модель реально пропонує спосіб, завдяки якому кожна система зможе дізна-

ватися про стан іншої, не вникаючи в її справи, а тільки розпізнає, що інша перебуває в нормальному робочому стані. Але що ж тоді трапиться, якщо одна з систем перестане нормально функціонувати, коли її траєкторія вийде за область гомеостазу і коли, отже, ці взаємодіючі системи погано поєднуюватимуться? Відповідь така: тоді кожна система поведеться так, як ніби одна управляє іншою.

Тестові завдання до розділу

1. Які основні атрибути системи управління використовують як аналогії для економічних фірм:

фізичну активність людини;

інтегровану фізичну активність та перерозподіл внутрішніх ресурсів;

високий рівень інтелекту?

2. Яка нервова структура є найдавнішою та першою в еволюції:

мозок;

спинний мозок;

мозкові півкулі?

3. Скільки пар спинномозкових нервів є у людини:

12 пар;

31 пара;

43 пари?

4. Що з наведеного відповідає аферентно-еферентний механізм у спинному мозку:

вхідні імпульси потрапляють на передню стінку трубки, а вихідні підуть із задньої стінки;

вхідні імпульси потрапляють на задню стінку трубки, а вихідні йдуть з передньої стінки;

вхідні імпульси подаються ззаду, а вихідні – збоку.

5. Які структури мозку відповідають за вищі функції мозку, такі як інтелект:

спинний мозок та міжмозковий мозок;

- мозкові півкулі;
- довгастий мозок та міст?

6. Які основні функції виконує мозкова кора:

- приймає інформацію від рецепторів і обробляє її;
- передає інформацію вниз спинному мозку для виконання дій;

усі відповіді правильні?

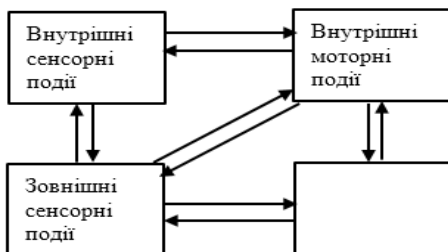
7. Які структури в мозку відповідають за оброблення інформації, пов'язаної зі специфічними відчуттями (зір, слух тощо):

- довгастий мозок і міст;
- мозочок;
- базальні ядра та мозочок?

8. Як мозок сприймає інформацію з зовнішнього світу:

- основа мозку прямо зв'язана з зовнішнім світом через рецептори;
- основа мозку не має прямих контактів із зовнішнім світом;
- інформація виникає в рецепторах, які використовують 12 пар черепномозкових нервів як канали зв'язку?

9. Який елемент у моделі Стаффорда Біра не показано на схемі:



- зовнішні моторні події;
- умови зовнішнього світу;
- внутрішні та зовнішні події?

10. Конкретне розташування частин системи відносно подій за заданої конфігурації подій це ... системи.

РОЗДІЛ 10 ПРОБЛЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

10.1 Вплив різних підходів на поліпшення бізнес-процесів

На рис. 10.1 показано, як типові методи бенчмаркінгу, передпроектування та реінжинірингу скорочують тривалість циклів процесу. Він наочно ілюструє різні рівні покращання типового процесу за 36-місячний період, що досягаються за рахунок застосування методу постійного покращання та його поєднання з іншими підходами.

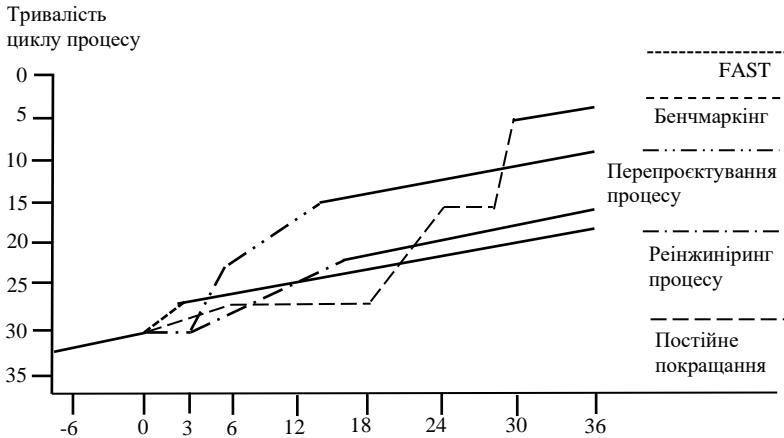


Рисунок 10.1 – Порівняння чотирьох «проривних» підходів за тривалістю циклу типового процесу

Ієрархічна структура покращання адміністративного бізнес-процесу наведена на рис. 10.2.



Рисунок 10.2 – Організаційна структура покращання адміністративного бізнес-процесу

Фаза I – Організація покращання процесу

Проект щодо покращання бізнес-процесів розробляють відповідно до структури організації. До проекту залучають велику кількість відділів і напрямів (лінійний менеджмент, члени адміністративного апарату, експерти з адміністративної організації). Організація тимчасової окремої структури проекту стає ефективним підходом завдяки двом моментам: повна залученість співробітників до проекту (співробітники повинні мати можливість повністю присвятити себе проекту) та випадковий вибір характеру заходів.

Команда з управління проектом щодо покращання бізнес-процесів (Project Management Team – PMT) керує та координує заходи щодо покращання бізнес-процесу в межах організації.

Команда з покращання процесу (Process Improvement Team – PIT) – це команда, що працює над

проєктом щодо покращання певного процесу. До такої команди зазвичай входять представники різних відділів. Команда з покращання процесу звітує перед командою з управління проєктом щодо покращання бізнес-процесів.

Контактні групи є своєрідним «резонатором» для команди з покращання процесу. Для оцінки роботи цієї команди контактна група розглядає найважливіші рішення, розроблені командою з покращання процесу, а також супровідну документацію, результати проведеного аналізу, заплановані заходи щодо поліпшення, прибуток на інвестований капітал. Вони можуть також давати технічні рекомендації щодо певного інструменту.

10.2 Фази поліпшення бізнес-процесів

Фаза II – Документування

Для проведення організацією або компанією документування адміністративних бізнес-процесів може бути декілька причин. Потрібно визначити, що є метою документування адміністративних бізнес-процесів, документування яких чинників слід проводити, до якого рівня деталізації необхідно доводити опис процесу. Цілі, чинники та рівень деталізації визначають вибір методики документування. **Методика документування** – це метод, за допомогою якого описують інформаційну систему, процес або організацію.

Для кожного разу необхідно провести огляд і додаткові інтерв'ю, щоб визначити доступність опису адміністративних бізнес-процесів. Необхідно почати з серії інтерв'ю та оглядів, що є істотними чинниками адміністративних бізнес-процесів. Дуже важливим чинником є визначення моменту початку робіт, найбільш сприятливого для успіху подальшого дослідження. Як тільки буде отримана необхідна документація, слід розглянути можливість залучення до керівництва людини, досвідченої у впровадженні таких проєктів.

Для опису адміністративних бізнес-процесів використовують такі кроки:

- A. Інвентаризація наявної документації.
- B. Вивчення поточних процедур.
- C. Документування відповідно до вибраних методик.
- D. Схвалення залученими особами через зворотний зв'язок із ними.
- E. Описування процесу в документації.
- F. Вибір процесів, що будуть проаналізовані в наступній фазі.
- G. Вибір цілей і методик аналізу.
- H. Планування фази аналізу.
- I. Направлення звіту команді з управління проєктом.

Документи

Необхідно також розглянути концепцію документів, оскільки ця концепція містить усі елементи, які можуть забезпечити знання в письмовій, графічній або вербальній формі. Отже, слід детальніше зупинитися на таких елементах:

- форми;
- схеми;
- записи;
- інформація, що відображається на екрані;
- фотографії;
- графіки;
- книги;
- аудіозаписи;
- касовий апарат;
- інструменти;
- усна мова і т. д.

Усна мова займає особливе місце в цьому списку документів. Хоча усні твердження під час спілкування людей (прямі або опосередковані, наприклад, по телефону) не розглядають безпосередньо як документи, вони є складниками

адміністративних бізнес-процесів. Необхідно внести їх у документацію з процесів. Під час подальшого аналізування та оцінювання адміністративного бізнес-процесу виявлено, що усні твердження формують слабкий зв'язок у процесі. Навіть якщо усну мову і не визнають документом, але без неї точний аналіз процесу неможливий. Під час використання документів необхідно також заздалегідь визначити, які характеристики нас цікавлять. Чи достатньо позначити загальну концепцію документів чи обов'язково треба вивчити точний зміст, формат, сферу, товщину паперу та кількість копій. Як тільки визначено мету створення документа, можна проаналізувати його ефективність. Іноді документ має значення лише для окремого заходу, проте часто він виконує деяку функцію в серії послідовних заходів.

Інформація

В основному інформація (дані) пов'язана з тим, як адміністративний бізнес-процес відображається у формах. Зазвичай незаповнені форми вносять у документацію. Форми визначають, яка інформація (дані) повинна бути записана, і спеціально залишають вільне місце для цієї інформації, оскільки їх зазвичай використовують для збору даних у різній послідовності, доки процес діє.

Наприклад, документ «рахунок» може містити такі елементи даних:

- найменування адреси постачальника;
- найменування адреси клієнта;
- дату постачання;
- дату виписування рахунка;
- кількість виробів;
- ціну за одиницю;
- умови постачання;
- код виробу;
- відсоток знижки;
- опис виробу;

- суму (для виробу);
- чисту суму за рахунком;
- податок із продажів;
- загальну суму рахунка.

Окрім цієї структурованої інформації, яку зазвичай вносять у документи, необхідно знати неструктуровану організаційну інформацію.

Фаза III – Аналіз: визначення можливостей для поліпшень

Причиною документування процесу є потреба в проведенні аналізу адміністративного бізнес-процесу.

Причина аналізу процесу і методика аналізу не можуть розглядатися незалежно. Ці два чинники є основними міркуваннями у разі вибору методики документування. Для проведення аналізу методики схематичного зображення документації адміністративного бізнес-процесу часто виявляються неадекватними. Слід вжити додаткових заходів для отримання і документування даних, необхідних для проведення аналізу.

Аналіз складається з трьох кроків:

1. Проведення аналізу.
2. Обговорення результатів аналізу із залученими співробітниками.
3. Надання звіту команді з управління проектом.

10.3 Методи планування та моніторингу

Фаза IV – Проектування нового адміністративного бізнес-процесу

Перед початком фази проектування можуть спостерігатися дві початкові ситуації: аналіз наявних бізнес-процесів уже був проведений, розглядається питання про побудову нових або процесів покращання. Виходячи з припущення, що аналіз наявних бізнес-процесів уже був проведений,

описування проблемних областей може показати, чи є необхідним введення абсолютно нової організації адміністративних бізнес-процесів (реінжиніринг), чи ж достатньо буде поліпшення наявних процесів (перепроєктування).

Висновки, зроблені у фазі III, дають підставу для модифікації адміністративних бізнес-процесів або введення нових процесів. Дуже корисним у перепроєктуванні процесів є розуміння поточних процесів і їх супровідна документація. На базі цього можуть бути розроблені такі процедури.

Розроблення змін відповідно до вибраних методик документування.

Специфікація організаційних умов, які повинні бути виконані, та організаційних змін, які повинні бути проведені. У зв'язку з цим необхідно продумати можливості доступу до технічних адміністративних інструментів, робочої сили тощо.

Специфікація відмінностей між поточними і пропонованими процесами.

Слід чітко визначити, як саме модифікований процес вирішує проблеми, виявлені під час фази аналізу.

Затвердження пропозицій менеджерами відділів і відповідними контактними групами.

Презентування звітів команді з управління проєктом (РМТ).

Остаточне затвердження пропозицій командою з управління проєктом.

Під час складання абсолютно нових адміністративних бізнес-процесів дуже легко втратити зв'язок із поточною ситуацією. Тому проєктування нових процесів слід виконувати аналітично. Початкову точку проєктування визначать цілями, сформульованими у фазі аналізу. Проєктування адміністративних бізнес-процесів може бути здійснене за допомогою таких етапів:

1. Формулювання змінних проєктування.

2. Описування необхідної інформації.
3. Установлення видів заходів.
4. Визначення необхідної інформації.
5. Установлення послідовності заходів.
6. Деталізація процесу.
7. Розрахунок витрат.

Установлення умов, які необхідно задовольнити для переходу до іншого адміністративного бізнес-процесу.

Схвалення пропозиції відповідальними співробітниками.

Подання звітів щодо пропозицій команді з управління проектом.

Отримання остаточного схвалення пропозиції від команди з управління проектом.

Підхід до проектування адміністративних бізнес-процесів складається з чотирьох етапів, а саме:

1. Установлення первинної позиції організації.
2. Визначення застосування інформації.
3. Проектування логічної структури.
4. Проектування фізичної структури.

Фаза V – Упровадження: реалізація рішень, спрямованих на майбутнє

Фаза V передбачає такі заходи:

1. Створення групи для реалізації перспективного рішення.
2. Формування плану реалізації.
3. Реалізація плану на перших 3 місяці.
4. Реалізація довгострокових покращань.
5. Вимірювання та звіт про результати.
6. Періодичні огляди.
7. Порівняння результатів і цілей.
8. Стимулювання членів команди.

Фаза VI – Управління адміністративними бізнес-процесами для постійного покращання

Для ефективного управління адміністративною організацією важливо постійно мати чітке розуміння її бізнес-процесів. Адміністративні бізнес-процеси часто аналізують і за необхідності модифікують унаслідок автоматизації, що зростає, або змін у роботі та/або у внутрішній організації. Тому необхідне повне описування процесів. Воно має відповідати поточному стану.

Управління адміністративною організацією також передбачає огляд структури і роботи адміністративної організації. Цей огляд проводять на основі описувань процесу. Аналогічно для добре керованої адміністративної організації важливими є чотири елементи:

1. Структура системи документування.
2. Ведення документування.
3. Процедури для внесення змін.
4. Ясність в обов'язках щодо управління адміністративною організацією (або її частиною) для зайнятих у ній співробітників.

Тестові завдання до розділу

1. Що робить команда з поліпшення процесу (PIT):
 - створює команду з управлінням проєктом щодо поліпшення бізнес-процесів;
 - працює над проєктом щодо поліпшення певного процесу;
 - створює контактні групи для оцінки роботи?
2. Як контактні групи оцінюють роботу команди з поліпшення процесу:
 - заплановані поліпшення;
 - рентабельність інвестицій;
 - супровідна документація?

3. Який із підходів до поліпшення бізнес-процесів використовує підхід «постійного поліпшення»:

- бенчмаркінг;
- передпроектування;
- реінжиніринг;
- постійне поліпшення?

4. Які підходи до поліпшення бізнес-процесів передбачає організаційна структура:

команда з управління проектом щодо поліпшення бізнес-процесів (PMT);

команда з поліпшення процесу (PIT);

контактні групи;

одиночний підхід до поліпшення бізнес-процесу?

5. Як визначають цілі, чинники і рівень деталізації для вибору методики документування:

вибором методу «на власний смак»;

виходячи зі структури організації;

виходячи з результатів інтерв'ю та огляду;

запитами, зверненими до управлінців?

6. Які кроки використовують для описування адміністративних бізнес-процесів:

інвентаризацію наявної документації;

вивчення поточних процедур;

документування відповідно до вибраних методик;

схвалення залученими особами через зворотний зв'язок із ними;

опис процесу в документації?

7. Що означає фаза аналізу в поліпшенні бізнес-процесів:

визначення можливостей для поліпшень;

вибір методів документування;

вивчення поточних процедур;

документування інформаційної системи?

8. Які кроки передбачає аналіз адміністративного бізнес-процесу (виберіть всі правильні варіанти відповідей):

- проведення аналізу;
- обговорення результатів аналізу із залученими співробітниками;
- подання звіту команді з управління проектом;
- оголошення результатів аналізу публічно;
- визначення методики аналізу?

9. Які етапи передбачає проектування адміністративних бізнес-процесів:

- формулювання основних положень (змінних проектування);
- опис інформації, яку слід отримати;
- визначення основних видів заходів;
- визначення того, яка саме інформація є необхідною;
- визначення послідовності різних видів заходів?

10. Які дві початкові ситуації можуть існувати перед початком фази проектування нового адміністративного бізнес-процесу:

- реінжиніринг і перепроєктування;
- оголошення та фіксація;
- введення та видалення?

РОЗДІЛ 11

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ В ЕКОНОМІЦІ

11.1 Структура процесів: процеси, підпроцеси, заходи, завдання

ARIS-архітектура бізнес-інжинірингу (ARIS АБІ) розширює архітектуру ARIS, дозволяючи розглядати управління бізнес-процесами не лише з погляду організації, а й з погляду інформаційних технологій.

ARIS АБІ дає власникам бізнес-процесів можливість сконцентрувати увагу на різних аспектах побудови і опису своїх бізнес-процесів – від організаційного інжинірингу до практичної реалізації інформаційних технологій.

На **рівні I** (інжиніринг процесів) використовують різні методи оптимізації і оцінки, а також методи, що гарантують якість процесів. Одним із популярних підходів є імітаційне моделювання. Структуру імітаційної моделі можна отримати безпосередньо із загальної структури процесу, поданої на рівні I моделі ARIS АБІ, а потім оцінити за допомогою модуля імітаційного моделювання. Основою для імітації є наявна модель процесу. Окремі процеси описують на рівні екземплярів і проводять аналіз їх взаємодії. Це дозволяє виявити потенційні затримки до початку виконання реального процесу.

На **рівні II** (планування й управління процесами) здійснюють планування й управління поточними бізнес-процесами. Сюди відносять методи планування, регулювання потужностей і післяопераційного вартісного аналізу.

На **рівні III** (управління потоками робіт) об'єкти, які потребують оброблення, переміщують з одного робочого місця на інше. Електронні документи передають за допомогою систем workflow.

На **рівні IV** (прикладна система) документи, які надійшли на робоче місце, проходять певний процес оброблення, функції бізнес-процесу здійснюються за допомогою прикладних програмних систем.

Чотири рівні ARIS АБІ зв'язані між собою контурами зворотного зв'язку.

Рівень управління процесами надає інформацію про ефективність поточних процесів. Саме на цьому етапі починається адаптація і вдосконалення бізнес-процесів.

Рівень управління потоками робіт передає фактичні дані про процеси, що підлягають виконанню (суми, терміни, ресурси, що виділяються), на рівень управління процесами.

Система workflow активізує прикладні модулі.

Програмне забезпечення на рівнях інжинірингу і планування процесів дозволяє власникові бізнес-процесу поглянути на бізнес із погляду організації.

Рівні управління потоками робіт і прикладної системи відносять до конкретної програмної реалізації.

Відношення між рівнями ARIS АБІ розглядають, наприклад, так: як логічно перейти від моделі рівня II до моделі рівня III.

ARIS АБІ – це концепція, проте її можна використовувати і як інфраструктуру для розроблення реальних програмних продуктів. ARIS АБІ була вперше запропонована в 1994 році. Її застосовують як стандартну корпоративну архітектуру у фірмі IDS Sheer AG.

Мета інжинірингу бізнес-процесів полягає в досягненні максимально ефективних бізнес-рішень.

Відповідальність за інжиніринг може покладатися на організаційні підрозділи або на самих власників бізнес-процесів.

Для побудови оптимальних бізнес-процесів, разом із кращими зразками практики, можна застосовувати моделі-

прототипи. Можливі й такі методи, як зіставлення альтернативних процедур (еталонне порівняння), імітаційне моделювання та оцінка якості.

Моделі-прототипи, розроблені щодо реальних умов або побудовані теоретично, документують особливості процесу, які використовують для моделювання. Виділяють **процедурні моделі** (реалізацію стандартного програмного забезпечення) й **моделі бізнесу**, наприклад для оброблення замовлень або впровадження продуктів.

Еталони можуть застосовувати як базові критерії для інжинірингу бізнес-процесів. Зіставлення власного бізнес-процесу з аналогічним процесом, узятим за зразок, дозволяє отримати цільові або орієнтовні показники. Таку процедуру називають еталонним порівнянням.

Розбіжність між характеристиками еталонного процесу і власними показниками може показати, як краще організувати у себе бізнес-процеси. Цільовими критеріями під час еталонного порівняння можуть бути фінансові, часові або сукупні показники та суб'єктивні характеристики, пов'язані з мірою задоволеності клієнтів. Якщо йдеться про ключові завдання у сфері промисловості, то потрібно оцінити тривалість виконання функцій, що беруть участь у процесі. Для цієї мети підійдуть оцінки, отримані за допомогою методів мережевих діаграм.

Якщо цілі мають фінансовий характер, необхідно встановити зв'язок між вартістю й процесами. В основу **післяопераційного розрахунку вартості** покладено принцип розбиття бізнес-процесів на елементарні підпроцеси (операції). Спочатку визначають середню вартість одноразового виконання кожного підпроцесу. Потім за допомогою відповідних коефіцієнтів обчислюють вартість усього бізнес-процесу.

Для кожного вартісного центру визначають **характерні типи підпроцесів**, які об'єднуються за вартісними центрами в типи основних процесів.

Для кожного підпроцесу можна визначити **ставки вартості**. Основному процесу присвоюють коефіцієнт використання кожного підпроцесу.

Якщо вартість процесу передбачається використовувати в розрахунках, то необхідно врахувати вартісні чинники. Для цього потрібно встановити **базовий показник**, що дозволяє визначити, скільки основних процесів типу «закупівля» пов'язано з однією одиницею цього вартісного чинника.

11.2 Підходи до поліпшення бізнес-процесів

FAST (Методика швидкого аналізу рішення)

Методику швидкого аналізу рішення вперше використала IBM у середині 80-х років. У 90-х цей підхід був удосконалений компанією «Дженерал Електрик». Компанія «Форд Мотор» продовжила розвиток цієї концепції, назвавши її «RAPET». Сьогодні компанія широко використовує цей підхід (який вони називають Express у роботі з клієнтами по всьому світу).

Методику швидкого аналізу рішення можна застосовувати до заходів будь-якого рівня, починаючи з основних процесів і закінчуючи рівнем заходів. Вона концентрує увагу групи на бізнес-процесі під час окремої одно- чи дво-денної наради для визначення способів, якими група може поліпшити цей бізнес-процес упродовж наступних 90 днів. У кінці наради керівництво схвалює або відкидає запропоновані рішення щодо поліпшення. Визначення шляхів поліпшення здійснюють упродовж 1–2 днів, тому такий підхід і отримав свою назву FAST. За 90-денний період на 5–15 % знижуються витрати, тривалість циклу та рівень помилок.

Підхід FAST реалізується у процесі виконання таких етапів:

1. Визначають проблему або процес, кандидата на FAST.

2. Замовник високого рівня в межах своєї компетенції погоджується підтримати ініціативу проведення FAST щодо процесу, який потребує поліпшення.

3. Створюють команду FAST, замовник схвалює набір цілей.

4. Команда FAST збирається для визначення заходів, які можуть покращити показники бізнес-процесу. Усі рекомендації повинні належати до компетенції членів команди. Вони мають бути такими, щоб їх можна було повністю реалізувати впродовж трьох місяців. Будь-які інші пропозиції необхідно передати замовникові для подальшого розгляду.

5. Команда FAST повинна визнати свою відповідальність за впровадження всіх рекомендацій, які передані замовникові.

6. Після закінчення одно- чи дводенної наради замовник приєднується до наради і команда FAST надає йому свої висновки.

7. Перед закінченням одно- чи дводенної наради замовник схвалює або відкидає запропоновані варіанти щодо поліпшення.

8. Схвалені рішення члени команди FAST упроваджують упродовж наступних трьох місяців.

Бенчмаркінг процесу

Більшість людей думає, що бенчмаркінг процесу – це порівняння показників діяльності своїх процесів із показниками діяльності процесів іншої організації. Проте порівняння показників – лише перший крок еталонного тестування процесу. Цей вид діяльності правильніше було б назвати порівняльним аналізом.

Бенчмаркінг (benchmarking) процесу – це систематичний метод визначення, розуміння та розвитку проєктів для покращання поточної діяльності організації, який вивчає, як різні організації виконують схожі операції.

Бенчмаркінг процесу знижує витрати, тривалість циклу та рівень помилок на 20–50 %. Під час реалізації проєкту бенчмаркінгу створення рішення займає від 4 до 6 місяців. Бенчмаркінг рекомендовано використовувати для 5–20 % процесів організації.

Під час бенчмаркінгу процесу ключові процеси ідентифікують та порівнюють зі схожими процесами для визначення небажаних розбіжностей. Команда, що здійснює бенчмаркінг, оцінює процеси іншої організації для того, щоб визначити, чому вони функціонують краще, ніж процеси в досліджуваній організації. Цю концепцію проєктування процесів часто називають концепцією найбільш вигідного рішення, спрямованого на майбутнє.

Спрямоване на майбутнє рішення (Future-State Solution (FSS)) – це поєднання дій, що коригують, і змін, які можуть бути застосовані до процесу, що вивчається, для збільшення його цінності для акціонерів.

Найбільш вигідне спрямоване на майбутнє рішення (Best-Value Future-State Solution (BFSS)) – це рішення, яке приводить до того, що найбільш вигідне з погляду акціонерів.

Перепроєктування процесу (концентроване поліпшення)

Перепроєктування процесу концентрує зусилля команди щодо поліпшення процесу (Process Improvement Team (PIT)) на вдосконаленні наявного процесу. Перепроєктування процесу зазвичай застосовують до тих процесів, які достатньо успішно працюють і нині. Воно знижує витрати, тривалість циклу і кількість помилок на 30–60 %. Перепроєктування процесу визначення BFSS займає від 80 до

100 днів. Такий підхід є доцільним для близько 70–90 % основних бізнес-процесів, особливо у разі, коли підвищення показників діяльності організації на 30–60 % може стати ключовим фактором для досягнення конкурентної переваги.

Перепроєктування процесу передбачає створення імітаційної моделі поточного стану (as-is). Далі, щоб раціоналізувати процес, використовують такі засоби:

- усунення бюрократії;
- аналіз доданої цінності;
- усунення дублювання;
- спрощення методів;
- скорочення тривалості циклу;
- захист від помилок (аналіз поточних проблем);
- модернізацію процесу (реструктуризація організації);
- просту мову;
- стандартизацію;
- партнерські відносини з постачальниками;
- автоматизацію, застосування інформаційних технологій.

11.3 Забезпечення якості

У стандарті ISO 9000 сформульовані критерії для визначення якості бізнес-процесів. Компанія може впевнитися в мірі своєї відповідності цим критеріям, отримавши належний сертифікат. Основна ідея такої сертифікації полягає в тому, що вона свідчить саме про якість самих процесів.

ISO 9000 і 9xxx, а також більш регламентований стандарт QS-9000, прийнятий в автомобільній промисловості, роблять акцент на аспектах управління з погляду загального (системного) управління якістю (Total Quality Management, TQM), що сприяє успішній діяльності підприємств завдяки посиленню орієнтації на споживача.

Застосування концепції ARIS до опису бізнес-процесів автоматично забезпечує узгодженість моделей. Концепція ARIS дозволяє документувати кожен базовий елемент системи управління якістю, що фігурує в стандарті ISO 9000. Сюди входять опис обов'язків у межах організації (посадові інструкції), ідентифікація продукції, її придбання, виготовлення і супровід, управління документообігом, а також переміщення, зберігання, упакування та відправлення продукції.

Використання і зберігання процесів у репозиторії забезпечують дотримання вимоги, згідно з якою описи процесів повинні у будь-який час знаходитися у розпорядженні всіх співробітників підприємства.

11.4 Планування й управління бізнес-процесами

Прогресивне планування. Спочатку визначають довгострокові потреби в матеріалах і потужностях, необхідних для виконання прогнозованих клієнтських замовлень. Потім складають графік виконання короткострокових замовлень, після чого оптимізують послідовність конкретних операцій.

Моніторинг процесів є для учасників і керівників джерелом оперативної інформації про стан поточних бізнес-процесів.

Бізнес-процеси обумовлюють певні послідовності транзакцій, що описуються за допомогою мережевих графіків. Результат такого розрахунку часто подають у вигляді **діаграми Ганта**.

Управління бізнес-процесами здійснюють із використанням управлінської інформаційної системи, ключовими характеристиками якої є такі:

- дозволяє автоматично об'єднувати дані з різних джерел;
- відрізняється простотою у використанні;

- надає інформацію в різних площинах опису і на різних рівнях агрегації;
- містить засоби агрегації;
- передбачає засоби ведення звітності, орієнтовані на користувача;
- має додаткові функції (друк, управління даними, електронна пошта зі звітами й коментарями).

В основу управлінських інформаційних систем покладено концепцію **сховища даних**. У сховищі даних операційні дані відособлені від даних для підтримки ухвалення рішень.

Якщо поточна інформація зберігається лише в операційних базах даних, то інформація за минулі періоди розміщується в сховищах даних.

У разі комплексних запитів безпосередній доступ до баз даних сховища різко підвищує оперативність відповіді. Інша перевага полягає в тому, що на швидкодії операційних систем це ніяк не позначається.

До **недоліків сховищ** можна віднести додаткове навантаження, пов'язане зі зберіганням надлишкових даних, і необхідність знов інтегрувати дані після оновлення інформації, що міститься в сховищі. Ще одна незручність полягає в тому, що у разі оновлення сховища не завжди забезпечується цілісність даних.

Е. Кодд, автор реляційної моделі баз даних, є і основоположником ідеї баз даних, в основу якої покладено принцип OLAP (оперативне аналітичне оброблення).

Оцінки управлінської інформаційної системи можна заздалегідь конфігурувати відповідно до логіки моделі процесу, особливо моделі даних:

- **організаційні структури**: групування планів за юридичними особами, комерційними, технологічними та функціональними секторами, підрозділами, вартісними центрами і т. д.;

- **структури продукції**: сортування за виробами, товарними групами, типами продукції;
- **регіональні структури**: сортування за країнами, територіями, регіонами і т. д.;
- **типи споживачів і продажів**: сортування за споживчими групами, типами споживачів, типами продажів, каналами збуту;
- **часові структури**: сортування за періодичністю звітів (щомісячно, щокварталу, щороку) і звітним періодом (місяць, квартал, рік);
- **характеристики та показники бізнесу**: сортування за доходом, вкладом, прибутком, вартістю процесів і т. д.;
- **категорії даних**: сортування за прогнозами, цільовими показниками, фактичними показниками, відхиленнями.

Тестові завдання до розділу

1. На якому рівні ARIS АБІ бізнес-процеси моделюють відповідно до виробничого графіка робіт:

- рівень I (інжиніринг процесів);
- рівень II (планування і управління процесами);
- рівень III (управління потоками робіт);
- рівень IV (прикладна система)?

2. Який метод може бути використаний для оцінки якості процесів на рівні I ARIS АБІ:

- зіставлення альтернативних процедур;
- еталонне порівняння;
- імітаційне моделювання;
- розрахунок вартості процесу?

3. Якими можуть бути типи підпроцесів на рівні IV ARIS АБІ:

- процедурні та модельні;
- фінансові та суб'єктивні;
- елементарні та комплексні;

○ операції та оброблення документів?

4. Для чого використовують еталони в інжинірингу бізнес-процесів:

- для оцінки якості процесів;
- для моделювання процесів;
- для планування поточних бізнес-процесів;
- для визначення потенційних затримок?

5. Які основні завдання інжинірингу бізнес-процесів:

- оптимізація процесів і моделювання;
- побудова оптимальних бізнес-процесів і використання імітаційного моделювання;
- досягнення максимально ефективних бізнес-рішень;
- оцінка якості процесів і визначення потенційних затримок?

6. Якими можуть бути типові поліпшення під час застосування FAST-підходу:

- зниження витрат;
- збільшення тривалості циклу;
- зниження рівня помилок;
- збільшення кількості ресурсів?

7. Що передбачає процес бенчмаркінгу процесу:

- порівняння показників своїх процесів із показниками процесів іншої організації;
- порівняльний аналіз деяких наборів показників схожих елементів;
- оцінку процесів інших організацій для визначення, чому вони функціонують краще;
- порівняння фінансових результатів різних компаній.?

8. Що покладено в основу управлінських інформаційних систем для управління бізнес-процесами:

- концепцію «сховища даних»;
- модель Lean Manufacturing;
- концепцію Six Sigma;

принцип OLAP?

9. Яким способом визначають найбільш вигідне, спрямоване на майбутнє рішення (BFSS):

за кількістю запропонованих змін;

за найнижчою вартістю;

за відсотком покращань;

за комбінацією витрат, тривалістю циклу, ризиком і результатами?

10. Для чого призначена сертифікація за стандартами ISO 9000 і QS-9000:

підтвердження якості продукції;

підтвердження якості бізнес-процесів;

оцінки фінансових показників компанії;

визначення рівня автоматизації виробництва?

РОЗДІЛ 12

МЕТОДОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ЕКОНОМІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

12.1 Архітектура ARIS

Абревіатуру ARIS розшифровують як «Архітектура інтегрованих інформаційних систем». У сфері інформаційних технологій вона призначена для описування типу інформаційної системи, її функціональних властивостей, відношень між окремими складовими інформаційної системи.

Методологія ARIS ґрунтується на **концепції інтеграції**, яка пропонує цілісний погляд на бізнес-процеси і є множиною різних методологій, інтегрованих у межах системного підходу, що дозволяє мати загальну **архітектуру ARIS**.

Компонентами архітектури ARIS є типи подання та рівні описування об'єкта, що моделюється. Загалом в організації виділяють такі **підсистеми**:

- **Організаційна**. Визначає структуру організації – ієрархію підрозділів і зв'язків між ними.
- **Функціональна**. Визначає функції, які виконує в організації.
- Підсистема **входів/виходів**. Визначає потоки використовуваних і вироблюваних продуктів і послуг.
- **Інформаційна** (підсистема даних). Описує доступ до даних.
- Підсистема **процесів управління**. Визначає логічну послідовність виконання функцій за допомогою подій і повідомлень.
- Підсистема **цілей організації**. Описує ієрархію цілей, що досягаються під час виконання того або іншого процесу.
- Підсистема **засобів виробництва**. Описує життєвий цикл основних і допоміжних засобів виробництва.

- Підсистема **людських ресурсів**. Описує прийняття на роботу, навчання і просування по службі персоналу.
- Підсистема **розташування організаційних структур**. Описує територіальне розташування організаційних одиниць.

Усі ці підсистеми організації і в реальності, і в моделях пов'язані між собою. Методологія ARIS дає можливість описувати різноманітні підсистеми у вигляді взаємозв'язаної та взаємоузгодженої сукупності різних моделей, які зберігають в єдиному **репозиторії** (рис. 12.1).



Рисунок 12.1 – Взаємодія моделей в ARIS

Саме взаємозв'язаність і взаємоузгодженість моделей є відмітними особливостями методології ARIS.

Відповідно до правил структурного аналізу кожна з цих підсистем розбивається на елементарні блоки (модулі), сукупність яких і складає **нотацію** структурної моделі тієї або іншої підсистеми організації.

Природно, що ці підсистеми не є відособленими. Одні й ті самі елементарні модулі можуть використовуватися для описування різних структурних моделей. Для усунення надмірності в методології ARIS виділено чотири основні **види моделей**, що відображають основні аспекти організації – п'ять **типів подання** (рис. 12.2):



Рисунок 12.2 – Взаємозв’язок видів моделей ARIS

- **організаційні** моделі, що описують ієрархію підрозділів, зв’язки між ними, а також територіальне прив’язування структурних підрозділів;
- **функціональні** моделі, що описують бізнес-процеси організації;
- **інформаційні** моделі, що відображають структуру інформації;
- моделі **процесів/управління**, що об’єднують разом інші моделі;
- моделі **входів/виходів**, що описують потоки входів і виходів.

Інші підсистеми представлені об’єктами, що входять до наведених вище типів подання.

Типи подання є першою компонентою архітектури. Вони дозволяють структурувати бізнес-процеси і виділяти їх складники, що робить дослідження процесів простішим.

Застосування цього принципу дозволяє з різних поглядів описувати зміст окремих частин бізнес-процесу, використовуючи спеціальні методи, найбільш відповідні кожному погляду. Це позбавляє користувача від необхідності враховувати безліч зв’язків і з’єднань.

Моделі відображають різні боки досліджуваної системи. Методологія ARIS передбачає велику кількість методів моделювання, зокрема відомих як діаграми Чена (ERM), мова UML (Unified Modeling Language), методики OMT (Object Modeling Technique), BSC (Balanced Scorecard) тощо. Такий підхід має перевагу в тому, що під час аналізу діяльності організації можна приділяти достатню увагу кожному аспекту. Після докладного вивчення всіх аспектів можна перейти до створення інтегрованої моделі, яка відображає зв'язки між підсистемами організації.

Організаційні та функціональні моделі, а також моделі даних, входів/виходів і процесів управління розглядають як поля у спеціальній базі даних, званій **репозиторієм**.

Методологія ARIS не накладає обмежень на послідовність підготовки п'яти типів подання.

12.2 Фазова модель ARIS

Фазова модель (рис. 12.3) характеризує етапи створення інформаційних систем і підходи, вживані до описування моделей бізнесу.

Структура моделі організації формується відповідно до концепції життєвого циклу інформаційних систем, що подається у вигляді послідовності рівнів або етапів. Проте модель життєвого циклу ARIS не може розглядатися як сукупність процедурних моделей для розроблення деяких залежних об'єктів на кожному рівні опису. Різні типи подання «вбудовані» в моделі залежно від ступеня їх близькості до інформаційних технологій. Цей аспект реалізується за допомогою другої компоненти архітектури ARIS, що складається з різних **рівнів опису**, які диференціюються щодо інформаційних технологій.

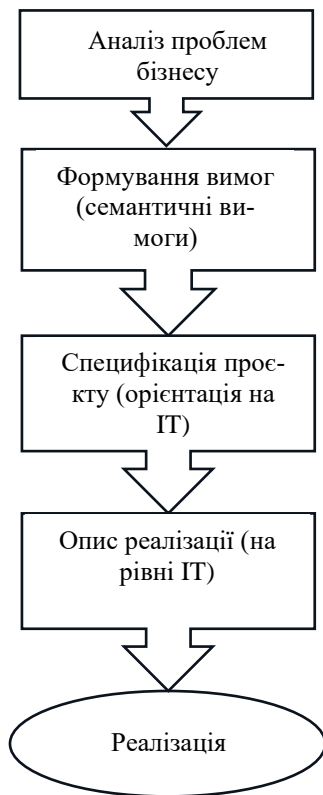


Рисунок 12.3 – Фазова модель

Аналіз проблем бізнесу є початковою точкою під час моделювання. Моделі на цьому рівні – не дуже детальні семантичні описи бізнес-процесів, проте вони досить точно відображають цілі, які стоять перед розробниками. На цьому етапі до опису вносять характеристики майбутньої моделі організації, пов’язані з бізнес-процесами. Для описування проблем бізнесу використовують тільки семантичні моделі. Отримані моделі ще не містять детальної інформації

і однозначних технічних формулювань, щоб бути початковим матеріалом для автоматичної передачі їх безпосередньо на етап реалізації інформаційної системи.

На рівні **визначення вимог** необхідно описати вимоги до прикладної інформаційної системи, що створюється для вирішення цієї проблеми бізнесу. Вони повинні відповідати формалізованому опису вимог із метою подальшого використання як стартової точки для трансляції сформульованих вимог в інформаційну систему. Цей процес близький до семантичного (сміслового) моделювання. Визначення вимог тісно пов'язане з аналізом проблем бізнесу. Цей зв'язок показаний широкою стрілкою на рис. 12.3.

Рівень **специфікації проєкту** досягається, як тільки концептуальні поняття проблем бізнесу, сформульовані на рівні визначення вимог, трансформуються в категорії, пов'язані з інформаційними технологіями.

На цьому рівні описують не функції, а призначені для користувача **модульні транзакції**, які виконують функції. Це може розглядатися як відображення сформульованих вимог у категорії і методи опису, пов'язані безпосередньо з інформаційними системами і виражені в термінах відповідних технологій.

Специфікація проєкту може змінюватися, не маючи впливу на результати попереднього рівня визначення вимог. Проте це не означає, що визначення вимог і специфікація проєкту можуть опрацьовуватися незалежно один від одного. Після того як завершений етап визначення вимог, його найбільш важлива змістовна частина, що відображає категорії управління бізнесом, повинна бути визначена так, щоб все, що належить до сфери інформаційних технологій і програмних рішень (наприклад, продуктивність інформаційної системи), не впливало на зміст.

На рівні **описування реалізації** специфікація проєкту трансформується в конкретні апаратні та програмні компоненти. Так здійснюється фізичний зв'язок із інформаційною системою. Окремі рівні опису мають різні цикли коригування. Частота коригувань найвища на рівні описування реалізації, а найнижча на рівні визначення вимог.

Рівень описування реалізації тісно пов'язаний із розробленням інформаційної системи – на цьому рівні проводять багатократне коригування функціонування системи за наслідками коротких циклів (тестів) її роботи.

Рівень **визначення вимог** особливо важливий, оскільки його можна розглядати як репозиторій для прикладних програмних систем, що використовують упродовж тривалого часу, і як стартову точку під час описування реалізації. Документи, створені на рівні визначення вимог, мають найбільш тривалий життєвий цикл. Рівень визначення вимог, або семантична модель, має найвищий пріоритет. Семантичні моделі утворюють зв'язок між користувачами і первинним описом їх проблем на мові, орієнтованій на категорії інформаційних систем.

Робота в архітектурі ARIS – це створення різних видів моделей та опрацювання кожної з них за рівнями описування у поєднанні з формулюванням проблем бізнесу.

Кожне подання має три рівні опису:

- визначення вимог;
- специфікацію проєкта;
- опис реалізації.

Отже, в архітектурі ARIS зафіксований набір видів моделей, кожна з яких «розписується» за рівнями. Разом із описуванням проблем бізнесу, який є початком для аналізу, вони складають набір компонент архітектури ARIS. Тепер необхідно вибрати і надати модель опису кожній компоненті архітектури. Критерії для вибору цих моделей такі:

- простота й виразність засобів зображення;

- підтримка смислового змісту;
- відображення специфіки предмета;
- можливість використання повного набору методів для різних типів додатків;
- ступінь знайомства з методами і наявність необхідної літератури;
- певний ступінь незалежності методів від технічної реалізації в інформаційних і комунікаційних системах.

12.3 Моделі ARIS

Фазова модель (рис. 12.3) характеризує етапи створення інформаційних систем і підходи, вживані до описування моделей бізнесу. Використовують такі принципи створення моделей:

- коректність моделі;
- релевантність (моделювання повинно охоплювати лише ті аспекти реальної системи, що відповідають її призначенню);
- сумірність витрат і вигод;
- прозорість, тобто зрозумілість і зручність використання моделі;
- порівнянність моделей;
- ієрархічність;
- систематизація структури, що припускає обов'язковою умовою можливість інтеграції моделей різних типів.

Модель ARIS (рис. 12.4) – це сукупність об'єктів, з'єднаних зв'язками, і допоміжних елементів.

Тип моделі показує, що саме описує ця модель, – організаційну структуру, функції, дані, процеси або виходи.

Ім'я моделі є частиною її атрибутів. Модель ARIS входить до більш розгорнутої моделі організації і водночас може детально описувати окремих об'єкт. Класифікація моделей здійснюється за допомогою методологічних фільтрів.

До складу моделі ARIS входять:

– **об’єкти** – частини моделі, які неможливо розділити, відокремлені за певною характеристикою, сформульованою відповідно до методології ARIS, які мають набір властивостей, що описують їх поведінку;

– **зв’язки** між об’єктами – описані взаємовідношення між об’єктами, що мають певні властивості й характеристики. Так само, як і об’єкти, зв’язки характеризуються властивостями, відрізняються зовнішнім виглядом і атрибутами.

До складу моделі можуть входити:

– зовнішні вбудовані об’єкти (рисунки, текстові документи тощо);

– текст;

– геометричні фігури.

Кожна модель має ряд **властивостей**:

– атрибути (Attributes);

– заповнені атрибути (Maintained Attribute);

– зовнішній вигляд моделі (Model Appearance);

– варіанти (Variants);

– пропозиції щодо поліпшення (Improvement Proposals);

– управління змінами (Change Management).

Кожна модель може містити один або декілька десятків об’єктів. Кількість зв’язків, можливих у цій моделі, сильно варіює.

Моделі класифікують за допомогою методологічних фільтрів і класів.

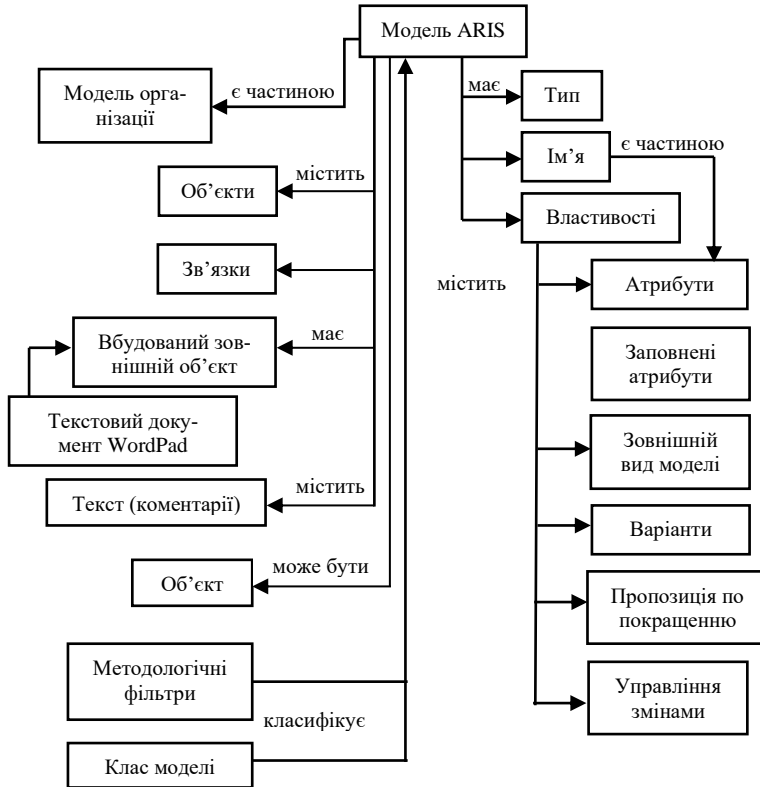


Рисунок 12.4 – Структура моделі ARIS

Існують такі **класи моделей**:

Строга ієрархія (PH – Pure hierarchy). Моделі такого класу містять тільки один тип об'єкта, а ієрархічні зв'язки можуть бути організовані за допомогою декількох типів з'єднання. Прикладом може бути дерево функцій.

Строга ієрархія з оточенням (HA – Pure hierarchy with allocations). Моделі такого класу є деревом, яке будується на основі тільки одного типу об'єкта. Ієрархічні зв'язки можуть бути впорядковані з використанням різних типів з'єд-

нань. Проте тут із об'єктами, що формують ієрархію, можуть бути зв'язані інші типи об'єктів. Прикладом є діаграма цілей.

Ієрархія з перехресними з'єднаннями (HC – Hierarchies with cross links) – це ієрархія, що містить різні типи об'єктів. Ієрархічні зв'язки можуть бути організовані за допомогою декількох типів з'єднання. Об'єкти, що входять в ієрархію з перехресними з'єднаннями, можуть мати зв'язки між собою як безпосередньо, так і через інші види об'єктів.

Тип основного об'єкта (C – Central object type). Ці моделі використовують для відображення взаємозв'язків між типами об'єктів. Усі типи об'єктів, прикріплені до типу основного об'єкта, мають однаковий пріоритет.

Пріоритетний тип основного об'єкта (CP – Central object type with priority). Моделі з пріоритетним типом основного об'єкта використовують для того, щоб відобразити зв'язки між типом основного об'єкта та іншими типами об'єктів.

Напрявлений граф із оточенням (DQ – Directional graph with allocations). Використання напрямлених графів із оточенням дозволяє моделювати структури, в яких об'єкти формують напрямлену мережу і мають особливі типи, пов'язані з іншими типами об'єктів.

Ненапрявлений граф із оточенням (NGA – Non-directional graph with allocations). Ненапрявлені графи з оточенням відрізняються тим, що вони мають структурно-залежні типи об'єктів, але відсутні напрямлені зв'язки між ними. Незалежні об'єкти можуть оточувати об'єкти структурнозалежних типів.

Моделі ARIS поділяють на такі групи:

- основні моделі (ланцюжки доданих значень, моделі eEPC, eERM, PCD, організаційна схема, дерево функцій та ін.);

- розширення основних моделей (карта знань, діаграма структури знань, діаграма оточення функції та ін.);
- орієнтовані на окремі області моделювання.
- документація плану розвитку;
- моделі для управління проектом.

Групу моделей ARIS, взаємозв'язаних за допомогою використання загальних об'єктів, називають моделлю організації (моделлю бізнесу) (рис. 12.5). Цей взаємозв'язок здійснюється завдяки репозиторію, де зберігається вся інформація про об'єкти та їх зв'язки.

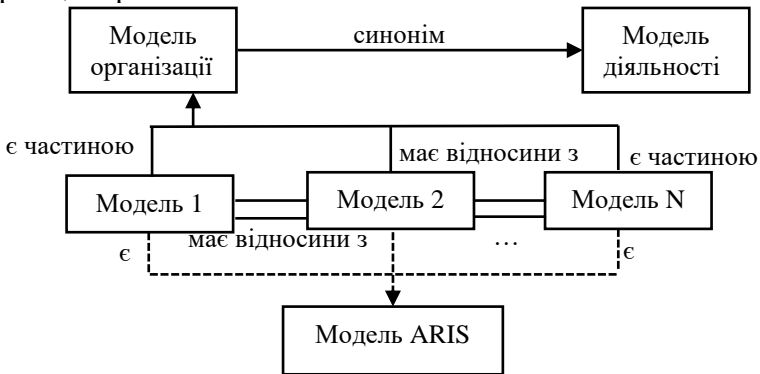


Рисунок 12.5 – Спрощене подання моделі організації

Переваги ARIS як середовища для моделювання бізнесу полягають саме в існуванні взаємозв'язків між окремими моделями, що описують різні аспекти діяльності організації.

Розроблення моделей організації не є самоціллю. Вони створюються для того, щоб отримати нову інформацію про діяльність організації. Для її отримання методологія ARIS передбачає цілий комплекс операцій, які можуть бути проведені над моделями. Ці операції поділяють на основні та допоміжні (службові).

До **основних операцій** відносять:

- перевірки коректності моделей (семантичні перевірки);
- складання різноманітних звітів щодо моделі;
- оптимізацію моделей за різними критеріями;
- аналіз моделей, що проводять за різними методиками, наприклад, функціонально-вартісний аналіз, стратегічне планування;
- порівняння моделей;
- обмін інформацією з іншими програмними системами:
- безперервне поліпшення моделі.

Допоміжні операції забезпечують виконання основних операцій:

- копіювання моделей;
- створення варіантів;
- злиття моделей;
- експорт/імпорт моделей;
- зберігання моделей, зокрема у вигляді резервних копій;
- очищення (консолідація) моделей.

Тестові завдання до розділу

1. Що означає абревіатура ARIS:

- архітектурно розроблена інтегрована система;
- аналітична робота з інформацією та структурами;
- архітектура інтегрованих інформаційних систем?

2. Які компоненти входять до архітектури ARIS:

- моделі входів/виходів; підсистема засобів виробництва; підсистема людських ресурсів;
- підсистема цілей організації; підсистема розташування організаційних структур;

організаційна; функціональна; підсистеми входів/виходів; інформаційна; підсистема процесів управління?

3. Які особливості характеризують методологію ARIS:

взаємозв'язаність і взаємоузгодженість моделей;

асиметрія моделей;

особливості анотації?

4. Які типи подання містить методологія ARIS:

організаційні; функціональні; інформаційні; моделі процесів/управління; моделі входів/виходів;

підсистеми входів/виходів; підсистема людських ресурсів; підсистема розташування організаційних структур?

5. Які переваги надає використання типів подання в ARIS:

можливість докладного аналізу кожного аспекту організації;

зменшення необхідності враховувати багато зв'язків і з'єднань;

підвищення складності аналізу бізнес-процесів?

6. Які види моделей використовують для опису структури організації та її ієрархії:

організаційні моделі;

функціональні моделі;

підсистеми входів/виходів.

7. Яка роль відводиться репозиторію в методології ARIS:

репозиторій є центральним сховищем для всіх видів моделей і забезпечує їх інтеграцію;

репозиторій – це средство аналітики ринку.

репозиторій – це спеціальний інструмент для роботи з фінансовими даними?

8. Які методи моделювання передбачає методологія ARIS:

діаграми Чена (ERM), мова UML, методики ОМТ;

моделювання грошових потоків;

моделювання клієнтських відносин?

9. Які компоненти вміщує архітектура ARIS для опису моделей бізнесу:

- опис фінансових даних;
- різні рівні опису;
- семантичні описи бізнес-процесів?

10. Які критерії важливі під час вибору моделей для компонентів архітектури ARIS:

- простота і наочність відображення;
- підтримка змістового наповнення;
- відображення специфіки предмета;
- технічна складність моделей;
- можливість використання різних методів для різних типів застосувань;
- наявність достатньої кількості літератури з методів моделювання?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

Тема. Аналіз та формування бізнес-процесів із використанням нотації IDEF0.

Мета роботи:

- вивчення основних принципів нотації IDEF0;
- створення проєкту в системі AllFusion Process Modeler;
- розроблення контекстної діаграми;
- створення зв'язків на діаграмі.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для описування системи за допомогою методології IDEF0 використовують **функціональну модель**. Вона призначена для детального описування наявних бізнес-процесів і може використовувати як природну, так і графічну мову. Сама методологія IDEF0 є джерелом графічної мови для передачі інформації про конкретну систему.

Методологія IDEF0 використовує побудову ієрархічної системи діаграм, яка починається з **контекстної діаграми**, що описує систему загалом, і переходить до діаграм **декомпозиції**, де система розбивається на підсистеми для більш детального аналізу. Кожна діаграма вміщує блоки й дуги.

Блоки в методології IDEF0, які відображають функції модельованої системи, розміщують відповідно до їх значущості, яку визначає автор діаграми. Цей відносний порядок називають **домінуванням**, і він відображає вплив, який один блок має на інші блоки діаграми. Найбільш домінуючий блок зазвичай розміщують у верхньому лівому куті діаграми, а найменш домінуючий – у правому куті.

Розміщення блоків на сторінці діаграми відображає авторське визначення домінування. Отже, топологія діаграми показує, які функції мають більший вплив на інші. Щоб під-

креслити це, аналітик може перенумерувати блоки відповідно до порядку їх домінування. Порядок домінування можна позначати цифрою, розміщеною в правому нижньому куті кожного прямокутника: 1 показуватиме найбільше домінування, 2 – наступне і т. д. Елемент **дуги** використовують для зв'язування блоків разом і відображення взаємозв'язків між ними. Символ прямокутника використовують для позначення функціональних блоків (робіт). Вони позначають різні процеси або завдання, які виконують упродовж певного часу і мають конкретні результати.

До назви **роботи** застосовують вимогу – її формулюють віддієсловним іменником, який позначає дію.

Нотація IDEF0 вимагає обмеженої кількості блоків на діаграмі – від 3 до 6. Така обмеженість на кількість блоків у діаграмі впливає з бажання зберегти діаграму в межах, які дозволяють легко читати, розуміти та використовувати її. Коли на діаграмі занадто багато блоків, вона стає складною для сприйняття і може втратити свою цінність як інструмент для аналізу та вдосконалення системи.

Обмеження від трьох до шести блоків також сприяє конкретизації моделі, змушуючи автора вибирати найважливіші та найбільш репрезентативні аспекти системи для внесення в діаграму. Це допомагає уникнути зайвих деталей та зосередитися на ключових функціях та взаємозв'язках.

Такий підхід до побудови діаграм сприяє ясності та зрозумілості моделі, що робить її більш ефективним інструментом для аналізу, планування та вдосконалення системи.

Кожна сторона блока в методології IDEF0 має своє визначене призначення, що відображає системні принципи та розуміння внутрішньої логіки функціонування системи:

Ліва сторона блока призначена для входів, що подають об'єкти або дані, які використовують для виконання конкретної функції.

Верхня сторона блока призначена для управління, що показує умови виконання перетворень або контролює виконання функції.

Права сторона блока відведена для виходів, які показують результати або відповідь від системи після виконання функції.

Нижня сторона блока призначена для механізмів, що показують, як саме виконується функція або які ресурси задіяні у процесі.

У методології IDEF0 порядок розміщення блоків на діаграмі відображає авторське уявлення про їх домінування. Це означає, що найбільш важливі та впливові функції розміщуються у верхньому лівому кутку діаграми, тоді як менш важливі або домінуючі блоки можуть розміщуватися у правому кутку.

За потреби аналітик може перенумерувати блоки на діаграмі відповідно до їх рівня домінування. Наприклад, порядок домінування може бути позначений цифрами, розміщеними в правому нижньому куті кожного прямокутника. Це дозволяє чітко відобразити, які функції мають найбільший вплив на інші у системі.

Взаємодія між роботами та їх взаємозв'язок із зовнішнім середовищем візуалізується за допомогою стрілок. Ці стрілки показують інформацію й називаються іменниками, що допомагає зрозуміти, які конкретні взаємодії відбуваються між різними функціями системи.

У методології IDEF0 використовують п'ять типів стрілок для позначення взаємодій між різними функціями системи (рис. 1.1):

1. Вхід: стрілка позначає об'єкти, які використовуються роботою для отримання результату або виходу. Стрілка входу зображена як лінія, що входить у ліву сторону блока роботи.

2. **Управління:** тип стрілки показує інформацію, що управляє діями роботи. Вона дає вказівки щодо того, як робота має бути виконана. Кожна робота повинна мати хоча б одну стрілку управління, яка зображується як лінія, що входить у верхню сторону блока роботи.

3. **Вихід:** стрілка показує об'єкти, у які перетворюються вхідні дані після оброблення роботою. Кожна робота повинна мати хоча б одну стрілку виходу, яка зображується як лінія, що виходить з правої сторони блока роботи.

4. **Механізм:** тип стрілки відображає ресурси, які виконують роботу. Стрілка механізму зображується як лінія, що входить у нижню сторону блока роботи. На розсуд аналітика стрілки механізму можуть бути вилучені з моделі.

5. **Виклик:** спеціальна стрілка показує іншу модель роботи, яка виконується поза межами модельованої системи. Стрілка виклику зображується як лінія, що виходить з нижньої частини блока роботи.

У методології IDEF0 використовують п'ять типів взаємодій між блоками для описування їх відношень (рис. 1.1).

1. **Управління.** Цей тип зв'язку виникає, коли вихід одного блока безпосередньо впливає на блок із меншим домінуванням. Він вказує на пряме управління діями іншого блока.

2. **Вхід.** Зв'язок входу відображає пряме використання об'єктів, що надходять до роботи для отримання результату. Це відображення прямих дій та потоку даних у системі.

3. **Зворотний зв'язок за управлінням.** Тип зв'язку виникає, коли виходи з одного блока впливають на наступне виконання інших робіт, що згодом вплине на вихідну роботу. Це відображає ітерацію або рекурсію в системі.

4. **Зворотний зв'язок за входом.** Тип зв'язку також є складним, оскільки він показує, як виходи одного блока

впливають на вхідні дані іншого. Це може призвести до змін у вихідній роботі, яка вплине на вхідні дані до інших блоків.

5. Вихід-механізм. Тип зв'язку відображає ситуацію, коли вихід однієї функції стає засобом досягнення мети для іншої. Це може містити розподіл ресурсів, таких як інструменти, персонал, простір, обладнання, фінанси та матеріали. Цей тип зв'язку допомагає відображати взаємодію між різними аспектами системи та розподіл ресурсів.

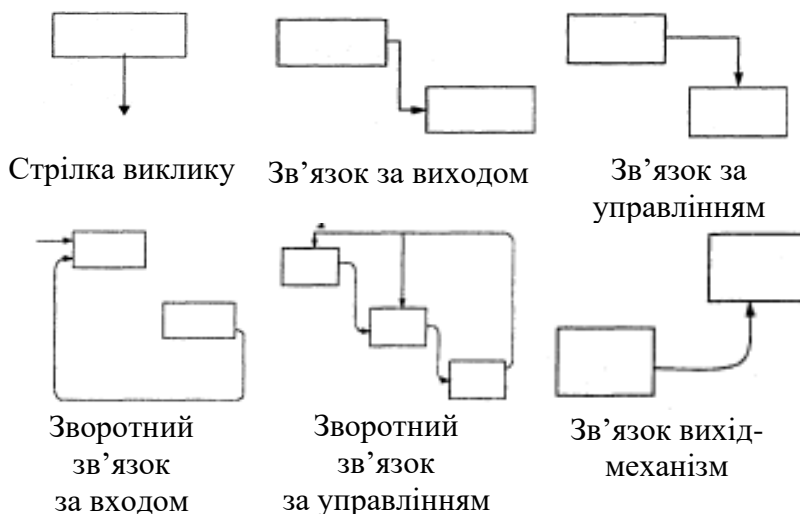


Рисунок 1.1 – Види стрілок зв'язків

У нотації IDEF0 дуга може позначати як один, так і декілька об'єктів. Дуги як набори об'єктів можуть мати багато початкових та кінцевих точок – це **джерела** і **призначення**. Дуги розгалужуються та з'єднуються різними способами, що відображає складні структури взаємодій. Дуга може виходити в декількох блоках і закінчуватися також у декількох блоках.

Розгалуження дуг, що подане у вигляді ліній, які розходяться, означає, що весь вміст дуги або його частина може

з'явитися в кожному відгалуженні. Для надання назви всьому набору дуга **позначається до розгалуження**.

Злиття дуг у IDEF0 відображається як лінії, що сходяться разом. Це свідчить про те, що вміст кожної гілки йде на формування підпису для дуги, що є результатом з'єднання вихідних дуг. Після з'єднання результуюча дуга позначає новий набір об'єктів, що з'явився після злиття. Перед об'єднанням застосовують такі правила для позначення гілок:

1. Гілки без позначення містять всі об'єкти, що були показані після з'єднання у загальній позначці.

2. Позначені гілки перед злиттям містять або всі, або деякі об'єкти, які були перелічені після з'єднання у загальній позначці.

Опис предметної області

Визначення завдання

Управління підприємством в умовах конкуренції вимагає оперативної інформації для ухвалення рішень. Хоча фінансова звітність може надати певну узагальнену інформацію, вона зазвичай обмежена в колі показників та не враховує всі аспекти діяльності підприємства. Бухгалтерський облік спрямований переважно на задоволення потреб зовнішніх користувачів, таких як податкові органи, акціонери, аудитори. Це призводить до наявності нормативних вимог до його ведення, які можуть обмежувати його корисність для внутрішнього управління та ухвалення стратегічних рішень. Функцію забезпечення керівництва підприємства необхідною інформацією виконує управлінський облік, який не регламентується законодавчо, а визначається передусім цілями підприємства.

Інститут дипломованих бухгалтерів у сфері управління (Chartered Institute of Management Accountants) визначає

управлінський облік як діяльність із забезпечення керівництва інформацією, яка необхідна йому для управління підприємством із максимально можливою мірою ефективності. Інформація, яку забезпечує управлінський облік, може бути подана в будь-якій формі за вибором керівництва.

Розроблення моделі бізнес-процесу управлінського обліку дозволяє систематизувати та узгодити різні елементи цієї системи. Вона надає цілісне уявлення про те, як різні аспекти обліку взаємодіють між собою та впливають на виробничі процеси підприємства. Модель бізнес-процесу може містити опис різних етапів обліку, від визначення стратегічних цілей та завдань до виконання конкретних операцій зі збору та аналізу даних. Такий підхід допомагає уникнути фрагментації та розміркованості, що сприяє більш ефективному використанню управлінського обліку для ухвалення стратегічних рішень на підприємстві.

Основні елементи моделі

Назва проєкту. Організація управлінського обліку на підприємстві.

Мета проєкту. Підготувати для впровадження робочу модель бізнес-процесу управлінського обліку на підприємстві.

Точка зору: керівництво підприємства.

Інструментарій: методологія функціонального моделювання IDEF0 і програмний засіб AllFusion Process Modeler.

Перелік даних:

- потреба в управлінській інформації;
- стратегія підприємства;
- управлінська інформація;
- інформаційна система;
- фінансова функція;
- центри відповідальності;
- керівництво підприємства;

- дані;
- методологія управлінського обліку;
- фінансова звітність;
- оброблені дані;
- стратегія управлінського обліку;
- наявні ресурси;
- кваліфікація персоналу;
- первинні документи;
- дані в інформаційній системі;
- підтвержені дані;
- звітність за центрами відповідальності;
- зведена звітність;
- звітність на вимогу.

Функції, що використовують у моделі, наведено на рис.

1.2.

| | |
|-----|--|
| A0 | Організувати управлінський облік |
| A1 | Розробити методологію управлінського обліку |
| A11 | Визначити стратегію управлінського обліку |
| A12 | Оцінити наявні ресурси |
| A13 | Розробити прийоми і методи управлінського обліку |
| A2 | Зібрати і обробити дані |
| A21 | Отримати і ввести дані |
| A22 | Підтвердити дані |
| A23 | Обробити дані |
| A3 | Підготувати управлінську звітність |
| A31 | Підготувати звітність за центрами відповідальності |
| A32 | Зробити звідну звітність |
| A33 | Підготувати звітність на вимогу |

Рисунок 1.2 – Перелік функцій

Функціональні блоки

А 1. Визначення цілей управлінського обліку (А0)

На цьому початковому етапі формалізується методологія управлінського обліку, яка визначає подальшу стратегію діяльності та контролює подальші кроки у процесі реалізації. Ефективність управлінського обліку значною мірою залежить від правильності цієї методології.

А 11. Розроблення стратегії управлінського обліку: під час цього етапу керівництво визначає стратегію управлінського обліку, базуючись на потребах у керівній інформації. Головна мета – формалізувати ці потреби та пов'язати їх із загальною стратегією підприємства.

А 12. Оцінка ресурсів: на цьому етапі зазначають ресурси, необхідні для втілення стратегії управлінського обліку. Оцінюють ефективність стратегії використання наявних ресурсів та необхідність додаткових.

А 13. Розроблення методів та прийомів управлінського обліку: на цьому етапі стратегія перетворюється на конкретні методи та прийоми реалізації управлінського обліку з урахуванням наявних ресурсів.

А 2. Збір та оброблення даних

Здійснюється підготовка даних, які є основою для управлінської інформації.

А 21. Збір та введення даних. Дані збирають та вводять в інформаційну систему безпосередньо центри відповідальності, що забезпечує оперативність надходження інформації.

А 22. Підтвердження даних: Під час подачі первинних документів перевіряють дані в інформаційній системі. Дані після підтвердження передають для створення фінансової звітності.

А 23. Оброблення даних:

В ІС дані розподіляють за центрами відповідальності та об'єктами обліку за наявності достатньої аналітики здійснюється автоматичне оброблення.

А 3. Підготовка управлінської звітності

Здійснюється формування управлінської звітності.

А 31. Звітність за центрами відповідальності. Розподіл даних надає можливість формування звітності за центрами відповідальності.

А 32. Зведена звітність. Консолідує звітність з центрів відповідальності та інших даних, що оброблено. Фінансова звітність є своєрідним контролем у частині підтверджених даних.

А 33. Звітність на вимогу. Будується на оброблених даних і розробляється фінансовою функцією.

IDEF0-діаграми моделі

Приклади IDEF-діаграм моделі подані на рис. 1.3–1.5.

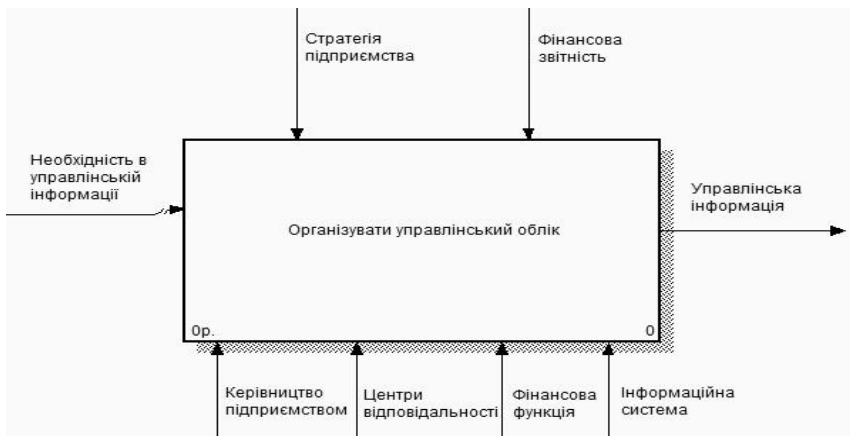


Рисунок 1.3 – Контекстна діаграма моделі управлінського обліку

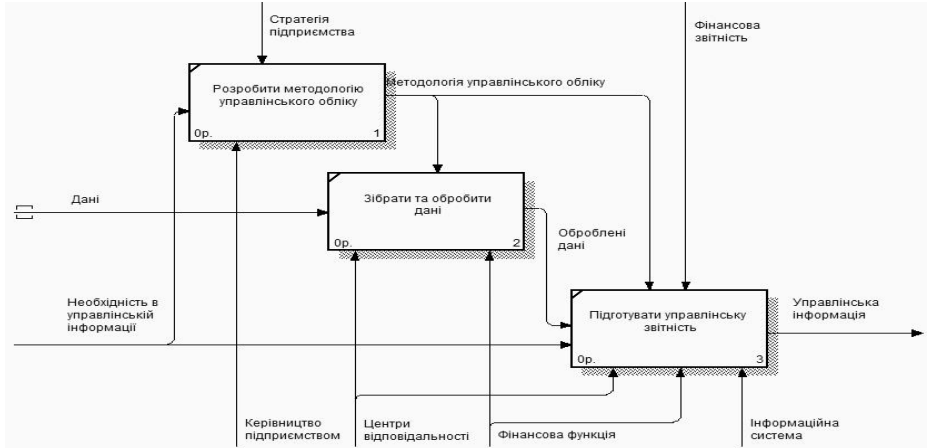


Рисунок 1.4 – Декомпозиція другого рівня

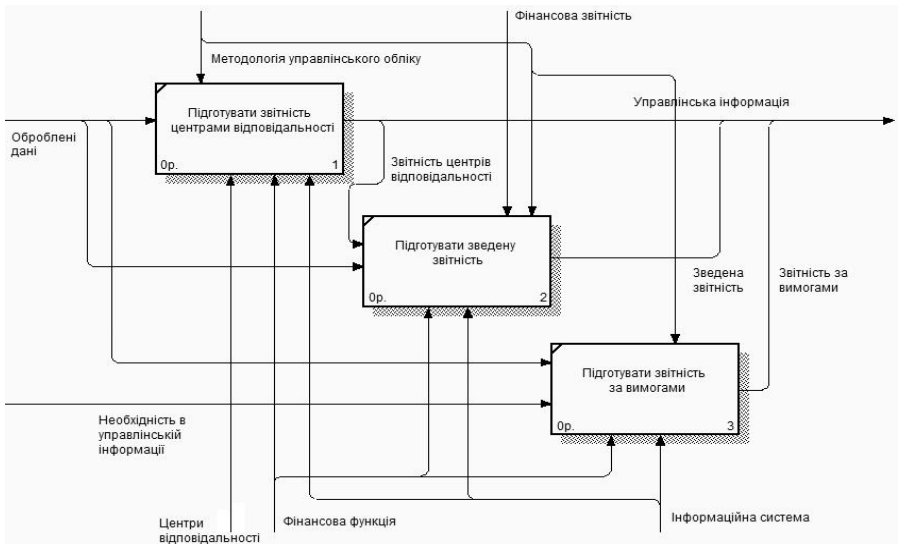


Рисунок 1.5 – Одна з декомпозицій третього рівня

ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитись з методологією функціонального моделювання IDF0.
2. Ознайомитись з можливостями пакета AllFusion Process Modeler зі створення функціональних діаграм.
3. Розробити новий проєкт у AllFusion Process Modeler.
4. Створити за методологією IDEF0 контекстну діаграму згідно з описом процесу організації управлінського обліку на підприємстві.
5. Задати входи, механізми, управління, виходи.
6. Виконати декомпозицію контекстної діаграми для кожної з функцій. Рівень декомпозиції – 3.
7. Створити зв'язки за виходу.
8. Створити зв'язки за управлінням.
9. Створити зв'язки за входом
10. Зберегти файл проєкту.
11. Оформити та захистити роботу.

ВИМОГИ ДО ЗВІТУ

До захисту допускають роботи після оформлення звіту. Звіт повинен містити назву роботи, тему, завдання та пояснення щодо їх виконання. У звіті повинні бути наведені побудовані діаграми та їх пояснення.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що визначає модель у методології IDEF0?
2. Яке призначення у нотації IDEF0 мають роботи?
3. Який порядок найменування робіт використовується в IDEF0?
4. Скільки робіт повинно бути на одній діаграмі в IDEF0?
5. Що розуміють під порядком домінування в IDEF0?
6. Як розміщуються роботи на діаграмах відповідно до принципу домінування в IDEF0?

7. Яке призначення мають сторони прямокутників робіт на діаграмах у IDEF0?
8. Які типи стрілок використовуються в IDEF0?
9. Які види взаємозв'язків є в IDEF0?
10. Що означає поняття «граничні стрілки» в IDEF0?
11. За яким принципом здійснюється іменування стрілок, які розгалужуються і зливаються в IDEF0?
12. Які методології об'єднує AllFusion Process Modeler?
13. Які елементи належать до головного вікна AllFusion Process Modeler?
14. Який алгоритм побудови нової моделі в AllFusion Process Modeler.
15. Як створюється зв'язок між роботами в AllFusion Process Modeler?
16. Як можна задати ім'я роботи в AllFusion Process Modeler?
17. Як виконати декомпозицію роботи в AllFusion Process Modeler.
18. Як можна додати роботу на діаграму в AllFusion Process Modeler?
19. Як можна виконати тунелювання стрілки в AllFusion Process Modeler?
20. Чи може модель у AllFusion Process Modeler містити діаграми декількох методологій?

ДОВІДКОВА ІНФОРМАЦІЯ

Дані в інформаційній системі – дані, введені в інформаційну систему й рознесені за аналітичними ознаками.

Наявні ресурси – персонал та інформаційна система у розпорядженні підприємства.

Інформаційна система – сукупність програмних додатків та баз даних, які використовують для управління підприємством.

Кваліфікація персоналу – сукупність знань, умінь і навичок персоналу в конкретній професійній сфері.

Методологія управлінського обліку – сукупність прийомів і методів ведення управлінського обліку.

Оброблені дані – дані, рознесені за об'єктами обліку й центрами відповідальності.

Звітність у розрізі центрів відповідальності – стандартна управлінська звітність, складена для кожного центру відповідальності. Цю звітність використовують керівники центрів відповідальності для ухвалення рішень.

Звітність на вимогу – управлінська звітність нестандартної форми, яку використовують для пояснення стандартної звітності.

Первинні документи – документи, що підтверджують факти здійснення господарських операцій, оформлені відповідно до чинного законодавства і нормативних актів.

Підтверджені дані – дані, що відповідають первинним документам. Дані в інформаційній системі, позначені як такі, що відповідають первинним документам.

Потреба в управлінській інформації – обґрунтована необхідність отримання управлінської інформації.

Керівництво підприємства – посадові особи, що несуть кінцеву відповідальність за ухвалені ними управлінські рішення в межах своєї компетенції.

Зведена звітність – стандартна управлінська звітність, що характеризує діяльність підприємства загалом. Діяльність центрів відповідальності відображена узагальненими показниками.

Стратегія підприємства – сукупність цільових орієнтирів, що визначають діяльність підприємства в довгостроковому періоді.

Стратегія управлінського обліку – формалізовані потреби керівництва підприємства в управлінській інформації.

Управлінська інформація – інформація, необхідна для ухвалення управлінських рішень.

Управлінська звітність – управлінська інформація, подана в зручній для прочитання формі. Може бути стандартною, такою, що готується регулярно в установленій формі, і нестандартною, такою, що готується на вимогу.

Управлінський облік – діяльність щодо забезпечення керівництва підприємства інформацією, необхідною для ухвалення управлінських рішень.

Фінансова звітність – агрегована звітність, яку готують на регулярній основі для зовнішніх користувачів інформації. Вимоги до складу, порядку складання і термінів надання фінансової звітності встановлюються законодавством або стандартами бухгалтерського обліку.

Фінансова функція – бухгалтерія та фінансові підрозділи підприємства.

Центри відповідальності – структурні сегменти підприємства, керівники яких несуть відповідальність за конкретні показники діяльності (наприклад, керівник центру витрат відповідає за витрати свого сегменту, керівник центру прибутку – за витрати й виручку і т. ін.)

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

Тема. Аналіз та формування бізнес-процесів із використанням нотації IDEF0 – злиття діаграм та аналіз вартості.

Мета роботи:

- вивчення можливостей пакета AllFusion Process Modeler щодо організації спільної роботи користувачів;
- проведення вартісного аналізу проекту засобами пакета AllFusion Process Modeler.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Діаграми дерева вузлів і діаграми FEO

Діаграми дерева вузлів показують ієрархію робіт у моделі й дозволяють отримати уявлення про модель загалом. Таку діаграму корисно створювати кожного разу, коли має відбутися черговий етап уточнення моделі.

Для створення моделі використовують команду **Diagram-AddNodeTree**, у діалоговому вікні якої встановлюють опції відображення дерева вузлів моделі (рис. 2.1).

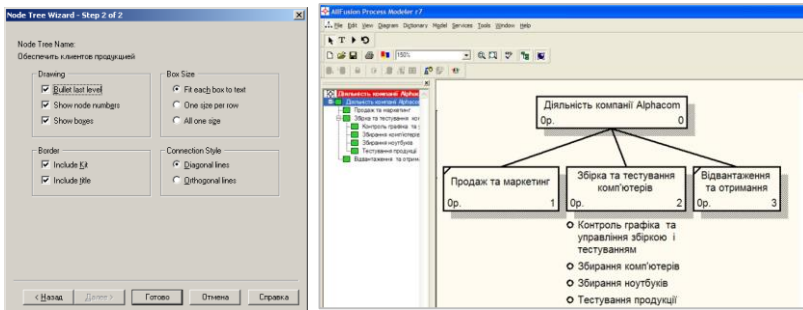


Рисунок 2.1 – Діалог налаштування та відображення діаграми дерева вузлів

Часто для відображення інших поглядів або детальнішого розгляду окремих елементів діаграми використовують так звані діаграми «лише для експозиції» (FEO). За своєю

суттю це копія діаграми, яка не передбачає перевірку синтаксису. Створюється вона за допомогою команди Diagram-AddFEO. У такій діаграмі можна виробити зміни, обговорення й будь-які уточнення щодо процесу.

Розщеплення та злиття моделі

Можливість розщеплення та злиття моделей забезпечує можливість колективної роботи. Для виконання операції злиття та розгалуження AllFusion Process Modeler використовує стрілки виклику.

Для злиття моделі необхідно:

1. Відкрити обидві моделі, які підлягають злиттю.
2. Перевірити, чи назва моделі джерела, яка приєднується до моделі-мети, збігається з назвою стрілки виклику роботи в моделі мети.
3. Переконавшись, що стрілка виклику виходить з недекомповованої роботи.
4. Перевірити, чи збігається назва роботи на моделі-меті з назвою контекстної роботи моделі-джерела.

Ці умови відображують на рисунку 2.2.

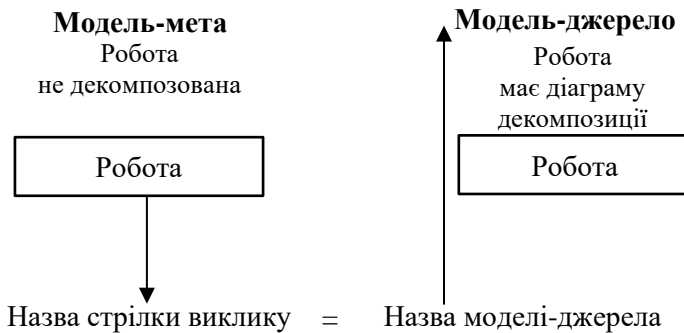


Рисунок 2.2 – Схема злиття моделей

У разі об'єднання моделей джерела та мети модель джерела приєднується до моделі-мети, стрілка виклику видаляється, і робота, з якої виходила стрілка виклику, розбивається на компоненти.

За таких умов модель-джерело залишається незмінним, а до моделі-приймача додається її копія. Команда злиття моделей (MergeModel) доступна з контекстного меню, що викликається з моделі-мети.

Розділення моделей здійснюється аналогічно. Вибравши роботу, яка повинна мати діаграми декомпозиції і у разі розділення бути самостійною моделлю, слід викликати контекстне меню і виконати команду SplitModel.

Вартісний аналіз

Для вибору одного з рішень, які можуть бути створені засобами функціонального моделювання, необхідні кількісні критерії. Такими критеріями можуть бути вартість виконуваних робіт, тривалість процесу тощо. AllFusion Process Modeler дозволяє провести вартісний аналіз (ABC-аналіз), заснований на роботах. Незважаючи на те що можливості ABC-аналізу обмежені одноступінчастим розрахунком, він знаходить досить широке застосування для здійснення попередніх оцінок.

Вихідні вартісні витрати задають для робіт і функцій найнижчого рівня деталізації процесу. Водночас заздалегідь формують центри витрат (CostCenterDictionary) (команда Dictionary-Cost Center). Як центри витрат можна брати сировину, матеріали, комплектування, заробітну плату тощо. Перелік статей для кожної функціональної моделі може бути індивідуальним, проте після його визначення він поширюється на всі роботи моделі.

Для виконання вартісного аналізу слід:

- визначити одиниці вимірювання грошей та часу;
- сформуванати центри витрат;

- для кожного центру навести детальний опис.

Ввести вартості робіт, починаючи з нижнього рівня ієрархії.

Загальні витрати обчислюють шляхом сумування витрат у всіх центрах витрат. Під час розрахунку витрат для батьківської роботи спочатку визначають витрати для кожної дочірньої роботи (скільки разів дочірня робота виконується в межах виконання батьківської), а потім ці значення сумують. Цей простий метод розрахунків є прийнятним у разі послідовного виконання робіт. У спеціальному звіті системи AllFusion Process Modeler можна наглядно отримати результати вартісного аналізу, доступного за командою **Tools > Report > >ActivityCostReport**. Для робіт цей звіт дозволяє документувати назву, номер, визначення й вартість як загальну, так і розбиту за центрами витрат.

Результати вартісного аналізу відображують у прямокутнику робіт на основній діаграмі процесу.

Опис предметної області

Визначення завдання

Розглянемо діяльність компанії Alphasom, що спеціалізується на збиранні, продажу та модернізації комп'ютерів і ноутбуків. Річний обіг компанії становить близько 400 тисяч гривень. Alphasom отримує комплектування від незалежних постачальників, тобто її діяльність обмежується збиранням та тестуванням комп'ютерів. Продукція компанії реалізується через магазини, а її спеціалізація полягає у привабленні покупців, для яких визначальним критерієм під час покупки є вартість комп'ютера.

Навіть у разі зростання обсягів продажів прибутки компанії зменшуються, оскільки на ринку зростає конкуренція. Для того щоб зберегти свою позицію, керівництво Alphasom вирішує проаналізувати поточні бізнес-процеси й

оптимізувати їх для підвищення ефективності виробництва та продажів. Передбачено такі основні кроки:

- продавці приймають замовлення клієнтів;
- оператори групують замовлення за типами комп'ютерів;
- оператори збирають і тестують комп'ютери;
- оператори упаковують комп'ютери згідно із замовленням;
- комірник відвантажує клієнтам замовлення.

Наразі Alphacom використовує бухгалтерську інформаційну систему для оброблення замовлень, створення рахунків та відстеження платежів. Однак для покращання діяльності компанії необхідно вдосконалити корпоративну структуру управління, підвищити ефективність виробництва та внутрішній контроль. Це може вимагати впровадження нової корпоративної інформаційної системи. Водночас перед впровадженням будь-яких змін слід ретельно вивчити наявні бізнес-процеси.

ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

1. Визначення параметрів проєкту

Створіть нову модель бізнес-процесу діяльності підприємства.

Параметри моделі:

- назва моделі {Діяльність компанії Alphacom};
- тип – IDEF0.

На вкладці з назвою *General* діалогового вікна Model Properties необхідно задати:

- ім'я моделі {Діяльність компанії Alphacom};
- ім'я проєкту {Модель діяльності Alphacom};
- модель типу – Time Frame {AS-IS}.

На вкладці з назвою *Purpose* потрібно встановити:

– мета проєкту {Purpose: Моделювання наявних (AS-IS) бізнес-процесів компанії Alphacom};

– погляд на процеси {Viewpoint: Керівництво}.

На вкладці з назвою **Definition** необхідно задати:

– опис {опис напрямів діяльності та специфіки Alphacom};

– призначення (Scope) {Загальне управління бізнесом компанії, що охоплює такі аспекти: вивчення ринку, закупівля електронних компонентів, збирання та тестування комп'ютерної техніки, продаж продуктів}.

2. Створення контекстної діаграми

Для контекстної діаграми зазначити параметри роботи:

– ім'я {Діяльність компанії Alphacom};

– загальна характеристика (Definition) {Поточні бізнес-процеси компанії Alphacom};

– статус (вкладка) Status – WORKING.

3. Створення стрілок на діаграмі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Стрілки на контекстній діаграмі

| <i>Бухгалтерська система</i> | <i>Оформлення та оплата рахунків, оброблення замовлень</i> | <i>Mechanism</i> |
|------------------------------|---|------------------|
| Замовлення клієнтів | Запити інформації, замовлення, підтримка технічна | Input |
| Правила і процедури | Правила продажу, інструкції зі збирання, види тестування, параметри визначення продуктивності | Control |
| Продані продукти | Комп'ютерна техніка | Output |

4. Створення діаграми декомпозиції

4.1. Виконайте декомпозицію роботи «Діяльність компанії Alphasom» на другий рівень, установивши кількість та назву робіт згідно з табл. 2.2

Замовлення від клієнтів мають бути направлені до відділу продажу та маркетингу та мають дотримуватися встановлених правил і процедур. Інформаційна система компанії отримує дані про замовлення від відділів продажу та оброблення замовлень.

Таблиця 2.2 – Параметри декомпозиції діаграми другого рівня

| <i>Функціональний блок</i> | <i>Onus</i> | <i>Mechanism</i> |
|---|---|------------------|
| Продаж та маркетинг | Онлайн-маркетинг, демонстрації | Working |
| Збирання та тестування комп'ютерної техніки | Збирання та тестування комп'ютерів та ноутбуків | Working |
| Відвантаження та отримання компонентів | Відправлення замовлень клієнтам та отримання компонентів від постачальників | Working |

Замовлення клієнтів у вигляді конфігурації необхідних компонентів передають до відділу збирання та тестування як команду управління діяльністю. Після збирання та тестування комп'ютерної техніки замовлення надсилають до відділу відвантаження замовлень.

4.2. Стрілці управління роботою «Збирання та тестування комп'ютерів» дайте нову назву «Правила збирання та тестування» і додайте новий опис «Інструкції щодо збирання, види тестування, критерії продуктивності».

4.3. Назву механізму роботи «Продаж та маркетинг» змінити на «Система оформлення замовлень».

4.4. Від роботи «Збирання та тестування комп'ютерів» до роботи «Продаж та маркетинг» створити стрілку зворот-

ного зв'язку за управлінням «Результати збирання та тестування». За допомогою контекстного меню змінити товщину стрілки та зазначити параметр «**Extra Arrowhead**».

4.5. З роботи із назвою «Продаж та маркетинг» створити граничну стрілку виходу з назвою «Маркетингові матеріали». Ця стрілка має квадратні дужки на кінці виходу і автоматично не зазначається на діаграмі верхнього рівня.

Відкрити контекстне меню до квадратних дужок та встановити параметр «**Arrow Tunnel**». Установити також параметр «**Resolve Border Arrow**» для елемента стрілка «Маркетингові матеріали» (рис. 2.3).

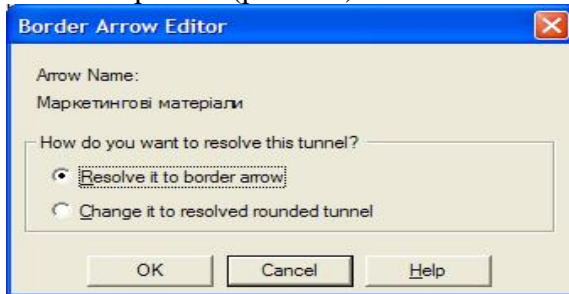


Рисунок 2.3 – Переведення стрілки на діаграму верхнього рівня

Відкрити контекстне меню і вибрати параметр **Trim** для стрілки «Маркетингові матеріали».

5. Злиття діаграм декомпозиції

Робота «Збирання та тестування комп'ютерів» декомпоzuється на окремі етапи згідно з отриманою інформацією:

1) отримання замовлення: відділ продажу надає виробничому відділу інформацію про конфігурацію комп'ютерів, які замовляють;

2) координація та сортування замовлень: диспетчер керує діяльністю складальників, управляє замовленнями, після виготовлення комп'ютерів дає команду на відвантаження товару;

3) планування збирання: упродовж двох годин диспетчер формує замовлення для збиральників за двома групами товарів (комп'ютери та ноутбуки);

4) збирання комп'ютерів: на основі технічних інструкцій та даних замовлень клієнтів виконують збирання комп'ютерів. Після збирання партію комп'ютерів, яка відповідає пакету замовлень, передають для проведення тестування;

5) тестування: тестувальники перевіряють комп'ютери і можуть здійснити за необхідності заміну неякісних компонентів, або таких, що не відповідають замовленню;

6) ухвалення рішення про відвантаження: диспетчер, отримує інформацію від тестувальників і, враховуючи результати тестування, ухвалює рішення про передачу групи комп'ютерів на відвантаження.

7) на підставі цієї інформації створюється нова модель роботи «Збирання та тестування комп'ютерів», що містить усі ці етапи та деталізує кожен із них. Додаткова інформація надається у таблицях 2.3 та 2.4.

5.1. Із урахуванням пунктів 1–7 побудувати **нову модель** роботи «Збирання та тестування комп'ютерів» та виконати її декомпозицію. Додаткова інформація наведена у табл. 2.3 та 2.4.

Таблиця 2.3 – Бізнес-процеси для роботи «Збирання та тестування комп'ютерів»

| <i>Функціональний блок</i> | <i>Опис</i> | <i>Статус</i> |
|--|--|---------------|
| Контроль графіка та управління збиранням і тестуванням | Перегляд замовлень, визначення графіка виконання замовлень, перегляд результатів тестування, формування груп замовлень на збирання і відвантаження | WORKING |

Продовження таблиці 2.3

| <i>Функціональний блок</i> | <i>Опис</i> | <i>Статус</i> |
|----------------------------|--|---------------|
| Збирання комп'ютерів | Збирання комп'ютерів відповідно до інструкцій і вказівок диспетчера | WORKING |
| Збирання ноутбуків | Збирання ноутбуків відповідно до інструкцій і вказівок диспетчера | WORKING |
| Тестування продукції | Тестування комп'ютерів і компонент. Заміна компонент, що не працюють | WORKING |

Таблиця 2.4 – Опис стрілок для декомпозиції роботи «Збирання та тестування комп'ютерів»

| <i>Стрілка</i> | <i>Джерело</i> | <i>Тип</i> | <i>Призначення</i> | <i>Тип призначення</i> |
|--------------------------|---|------------|---|------------------------|
| Диспетчер | Персонал виробничого відділу | Mechanism | Контроль графіка і управління збиранням і тестуванням | Mechanism |
| Конфігурація обладнання | {Border} | Control | Контроль графіка і управління збиранням і тестуванням | Control |
| Замовлення на комп'ютери | Контроль графіка і управління збиранням і тестуванням | Output | Збирання комп'ютерів | Control |
| Замовлення на ноутбуки | Контроль графіка і управління збиранням і тестуванням | Output | Збирання ноутбуків | Control |

Продовження таблиці 2.4

| <i>Стрілка</i> | <i>Джерело</i> | <i>Тип</i> | <i>Призначення</i> | <i>Тип призначення</i> |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------|---|------------------------|
| Компоненти | { Tunnel } | Input | Збирання комп'ютерів | Input |
| | | | Збирання ноутбуків | Input |
| | | | Тестування продукції | Input |
| Комп'ютери | Збирання комп'ютерів | Output | Тестування продукції | Input |
| Ноутбуки | Збирання ноутбуків | Output | Тестування продукції | Input |
| Персонал виробничого відділу | { Tunnel } | Mechanism | Збирання комп'ютерів | Mechanism |
| | | | Збирання ноутбуків | Mechanism |
| Правила збирання і тестування | Правила збирання і тестування | Control | Збирання комп'ютерів | Control |
| | | | Збирання ноутбуків | Control |
| | | | Тестування продукції | Control |
| Результати збирання та тестування | Збирання комп'ютерів | Output | { Border } | Output |
| | Збирання ноутбуків | Output | | |
| | Тестування продукції | Output | | |
| Результати тестування | Тестування продукції | Output | Контроль графіка і управління збиранням і тестуванням | Input |
| Обладнання | Тестування продукції | Output | { Border } | Output |

Продовження таблиці 2.4

| <i>Стрілка</i> | <i>Джерело</i> | <i>Тип</i> | <i>Призначення</i> | <i>Тип призначення</i> |
|---------------------------|---|------------|------------------------|------------------------|
| Тестувальник | Персонал виробничого відділу | Mechanism | Тестування комп'ютерів | Mechanism |
| Вказівка на відвантаження | Контроль графіка і управління збиранням і тестуванням | Output | Тестування комп'ютерів | Control |

5.2. Із моделі «Діяльність компанії» створіть вихідну стрілку-вказівник на модель роботи «Збирання та тестування комп'ютерів».

5.3. Відкрийте контекстне меню для роботи «Збирання та тестування комп'ютерів» моделі «Діяльність компанії Alphacom» на діаграмі A1 і виберіть параметр **Merge model**. Включіть параметр **Cut/Paste entire dictionaries** у вікні **Continue with merge?** (рис. 2.4).

Зверніть увагу на модель, яка є джерелом, і модель, яка є приймачем іншої моделі (рис. 2.4).

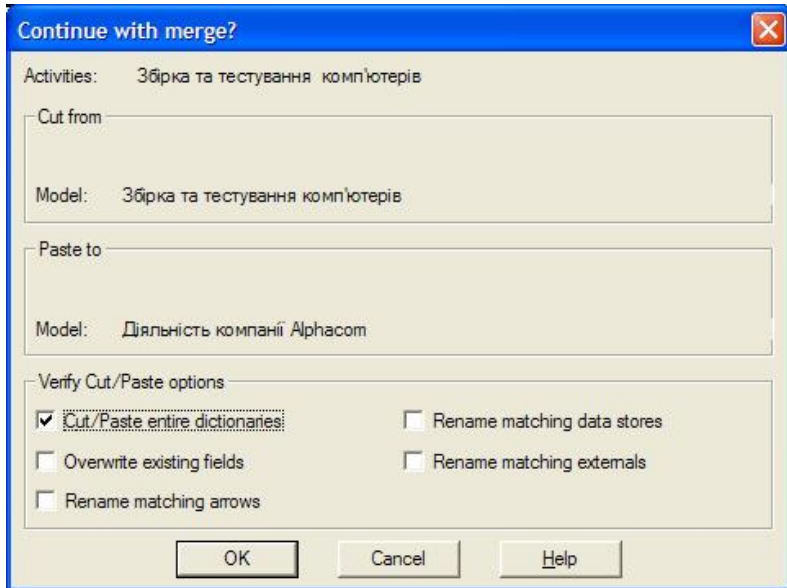


Рисунок 2.4 – Вікно злиття моделей

5.4. Якщо необхідно, проведіть тунелювання та зв'яжіть граничні стрілки на верхньому рівні.

6. Розщеплювання моделі

6.1. Для роботи «Продаж та маркетинг» створіть нову модель, виконавши розщеплення відповідної роботи на моделі «Діяльність компанії Alphacom». Для цього:

– активізуйте діаграму A0, відкрийте контекстне меню до роботи «Продаж та маркетинг» та виберіть команду **Split model**;

– у діалоговому вікні Split Option внесіть ім'я нової моделі «Продаж та маркетинг», установіть опцію **Copy entire dictionaries** і клацніть на кнопку ОК;

– як результат у вікні Model Explorer мають з'явитися нова модель і стрілка виклику «Продаж та маркетинг» у моделі «Діяльність компанії Alphacom» (діаграма A0);

– у моделі «Продаж та маркетинг» внесіть мету: документувати роботу відділу продажу та маркетингу та точку зору: Директор.

6.2. Виконайте декомпозицію створеної моделі, скориставшись даними таблиці 2.5 та 2.6.

Таблиця 2.5 – Бізнес-процеси для роботи «Продаж та маркетинг»

| <i>Функціональний блок</i> | <i>Опис</i> | <i>Статус</i> |
|-----------------------------------|---|---------------|
| Провести маркетингові дослідження | Аналіз замовлень, визначення графіка виконання замовлень, перегляд результатів тестування | Working |
| Прийняти замовлення | Визначення типу та конфігурації обладнання | Working |
| Оформити замовлення від клієнтів | Передача технічного завдання до відділу збирання та тестування, формування груп замовлень на збирання і відвантаження | Working |

Таблиця 2.6 – Опис стрілок для декомпозиції роботи «Продаж та маркетинг»

| <i>Стрілка</i> | <i>Джерело</i> | <i>Тип</i> | <i>Призначення</i> | <i>Тип призначення</i> |
|------------------------|-----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------------------|
| Замовлення клієнтів | { Border } | Input | Провести маркетингові дослідження | Input |
| | | Input | Прийняти замовлення | Input |
| Маркетингові матеріали | Провести маркетингові дослідження | Output | { Border } | Output |

Продовження таблиці 2.6.

| <i>Стрілка</i> | <i>Джерело</i> | <i>Тип</i> | <i>Призначення</i> | <i>Тип призначення</i> |
|---------------------------------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------------------|
| Диспетчер | { Tunnel } | Mechanism | Провести маркетингові дослідження | Mechanism |
| | | Mechanism | Прийняти замовлення | Mechanism |
| Документація для оформлення замовлень | Прийняти замовлення | Output | Оформити замовлення від клієнтів | Input |
| Система оформлення замовлень | { Border } | Mechanism | Оформити замовлення від клієнтів | Mechanism |
| Правила та процедури | { Border } | Control | Провести маркетингові дослідження | Control |
| | | | Оформити замовлення від клієнтів | Control |
| Результати збирання та тестування | { Border } | Control | Провести маркетингові дослідження | Control |
| Конфігурація обладнання | Оформити замовлення від клієнтів | Output | { Border } | Output |

7. Аналіз витрат

Визначення задачі: необхідно визначити загальну вартість та співвідношення витрат у відділі збирання та тестування.

Відомо, що на виробничій дільниці працює 6 осіб. Серед них:

– для парних варіантів: 2 складальники, 1 стажист, 1 тестувальник та 2 диспетчери. У середньому за день збирається (номер варіанта) комп'ютерів і (номер варіанта+1) ноутбуків;

– для непарних варіантів: 1 складальник, 2 стажисти, 2 тестувальники та 1 диспетчер. У середньому за день збирається 2+(номер варіанта) комп'ютерів і 3+(номер варіанта) ноутбуків.

Заробітна плата диспетчера $900+(10 \times \text{номер варіанта})$ грн у місяць, складальник і тестувальник отримують по 20 грн /год., стажисти – по 7 грн/год.

Середня вартість компонентів для настільного комп'ютера становить $2400+(5 \times \text{номер варіанта})$ грн, для ноутбука – $3000+(3 \times \text{номер варіанта})$ грн.

Необхідно визначити загальні витрати впродовж місяця за основними центрами витрат (табл. 2.7) та темпами виконання робіт (табл. 2.8).

Таблиця 2.7 – Центри витрат відділу «Збирання та тестування комп'ютерів»

| <i>Центр витрат</i> | <i>Опис</i> |
|---------------------|---|
| Управління | Витрати на управління, пов'язані з розробленням графіка робіт, формуванням партії комп'ютерів, контролем над збиранням та тестуванням |
| Персонал | Витрати на оплату робітників, що виконують збирання та тестування комп'ютерів |
| Компоненти | Витрати на закупівлю компонентів |

Таблиця 2.8 – Терміни виконання робіт

| <i>Назва роботи</i> | <i>Центр витрат</i> | <i>Час виконання, год</i> | <i>Час-топа,</i> |
|---|---------------------|---------------------------|------------------|
| Контроль графіка збирання та тестування і управління ними | Управління | 1 | 1 |
| Збирання комп'ютера | Персонал | 4 | Згідно з вар. |
| Збирання ноутбука | Персонал | 7 | Згідно з вар. |
| Тестування комп'ютера | Персонал | 8 | Згідно з вар. |
| Тестування ноутбука | Персонал | 15 | Згідно з вар. |

Згенеруйте звіт про результати вартісного аналізу.

8. Побудова дерева вузлів

Для кожної зі створених моделей побудуйте відповідне дерево вузлів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. З якою метою будують дерева вузлів?
2. Яким чином організують спільну роботу над проєктом у AllFusion Process Modeler?
3. У чому різниця у проведенні операцій злиття та розділення моделей?
4. Що являють собою центри витрат та аналіз ABC?
5. Що являє собою механізм тунелювання у AllFusion Process Modeler?
5. З якою метою будують діаграми для експозиції?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

Тема. Побудова та аналіз діаграм потоків даних (DFD).

Мета роботи:

- вивчення можливостей пакета AllFusion Process Modeler щодо створення діаграм DFD;
- моделювання процесів передавання інформації в економічних системах.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Призначення діаграм потоків даних

Функціональне призначення діаграм потоків даних полягає в тому, щоб вони відображали мережу взаємозв'язаних робіт. Ці діаграми досить зручно використовувати для описування процесів обігу документів та оброблення інформації.

Подібно до діаграм IDEF0 діаграми потоків даних DFD (Data Flow Diagrams) моделюють систему як набір дій, які взаємодіють одна з одною за допомогою стрілок (рис. 3.1).


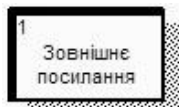
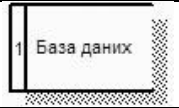
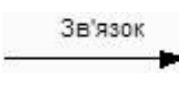
| | |
|---|--|
|  | функції оброблення інформації (роботи) |
|  | зовнішні посилання (external reference), які забезпечують інтерфейс із зовнішніми об'єктами, що знаходяться за межами модельованої системи |
|  | таблиці для збереження документів (сховища даних, data store) |
|  | документи (стрілки), об'єкти, співробітники або відділи, які беруть участь в обробленні інформації |

Рисунок 3.1 – Основні елементи діаграм DFD

До основних типів об'єктів на діаграмах потоків даних відносять такі: сховища даних, які є об'єктами, що збирають та зберігають інформацію, і зовнішні об'єкти, які показують зв'язки з елементами системи та іншими системами, які перебувають поза межами моделювання.

Якщо на діаграмах за нотацією IDEF0 стрілки відображають взаємозв'язки, то на діаграмах потоків даних (DFD) стрілки демонструють реальний рух об'єктів (або даних) від однієї дії до іншої. Це концептуальне зображення потоку дає можливість відтворити фізичні характеристики системи у DFD-моделях, такі як переміщення об'єктів (потоки даних), зберігання об'єктів (у сховищах даних), а також ідентифікація джерел і приймачів об'єктів (зовнішні сутності).

Синтаксис і семантика діаграм потоків даних

Порівняно з IDEF0, у якій система розглядається як набір взаємозалежних дій, у нотації DFD використовує переважно іменники у назвах об'єктів. У складі контекстної DFD-діаграми зазвичай один функціональний блок та кілька зовнішніх сутностей (об'єктів). Функціональний блок на цій діаграмі зазвичай має ім'я, яке збігається з іменем усієї системи. Додавання зовнішніх посилань на діаграму не змінює основної вимоги, що модель повинна будуватися з єдиної точки зору і мати чітко визначені мету й призначення.

На цій діаграмі функціональний блок часто має назву, що збігається з назвою всієї системи (рис. 3.2).

Модель будують з чітко визначеними метою і призначенням, тому додавання зовнішніх посилань на діаграму не впливає на ці основні вимоги.



Рисунок 3.2 – Приклад контекстної діаграми перевірки якості продукції

Призначення елементів на діаграмі

Зовнішні сутності

Зовнішні сутності, що діють як постачальники входів та одержувачі виходів, позначають на діаграмах потоків даних (DFD) прямокутниками з тінями, розміщеними у межах діаграми (рис. 3.2). Одна зовнішня сутність може виконувати роль постачальника, надаючи входи, і одночасно функціонувати як одержувач, приймаючи виходи.

Одна й та сама зовнішня сутність може зустрічатися на діаграмі кілька разів. Це корисно для зменшення кількості стрілок, які з'єднують об'єкти на діаграмі.

Стрілки (потоки даних)

Стрілки на діаграмах показують напрям руху об'єктів чи даних між різними частинами системи. Для взаємодії між функціональними блоками використовують двонапрямлені стрілки, що відображають події взаємодії типу «наказ – результат виконання». На відміну від IDEF0 усі сторони, що позначає функціональний блок DFD, є рівнозначними, тому стрілки можуть починатися і закінчуватися в будь-якій частині блока.

Сховища даних

Сховища даних являють собою місця для зберігання інформації на різних етапах її оброблення. Виробничі системи можуть мати сховища в місцях тимчасового складування продукції, тоді як інформаційні системи можуть використовувати будь-які засоби зберігання даних для проміжних обробок.

Розгалуження та об'єднання

Розгалуження та об'єднання стрілок на DFD-діаграмах дозволяють розбити або об'єднати потоки даних, що є корисним для деталізації передаваної інформації. Для формування нових комплексних об'єктів стрілки можуть об'єднуватися між собою.

Нумерація об'єктів

Функціональні блоки та сховища даних мають унікальні номери, що містять префікси, такі як D для сховищ і E для зовнішніх сутностей.

Кожен функціональний блок у діаграмах потоків даних (DFD) ідентифікується унікальним номером, що складається з префікса, номера батьківської діаграми та номера блока. Цей номер однозначно визначає функціональний блок на діаграмі. Номер батьківської діаграми разом із номером блока гарантує унікальність ідентифікації кожного елемента моделі.

Кожне сховище даних і зовнішня сутність мають унікальні номери, що складаються з префікса і номера об'єкта в моделі. Наприклад, унікальний номер сховища даних містить префікс «D» (Data Store), а після нього йде унікальний номер сховища (наприклад, D3). Аналогічно унікальний номер кожної зовнішньої сутності містить префікс «E» (External entity) та її унікальний номер у моделі (наприклад, E5). Відображення префіксів на діаграмі задається під час визначення властивостей моделі, вкладка «Нумерація» (рис. 3.3).

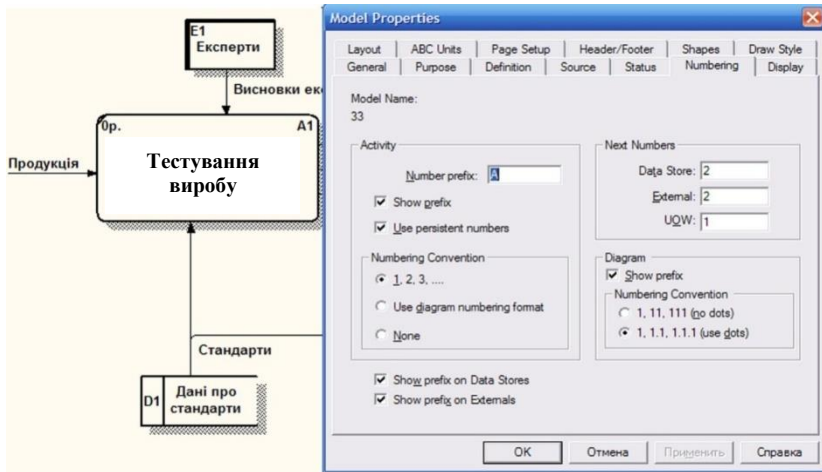


Рисунок 3.3 – Визначення параметрів моделі

Створення діаграм потоків даних

Під час побудови DFD-моделей виділяють два підходи: побудова моделі фізичної реалізації системи та підхід розділу подій. Перший підхід передбачає створення логічної та фізичної моделей наявної та розроблюваної систем. Другий підхід передбачає розроблення логічної моделі, моделі оточення та моделі поведінки, де кожна відповідає певному етапу розроблення системи.

Перший підхід подібно до методу структурного аналізу та проектування, який застосовують під час створення нотаций IDEF0, реалізує такі кроки:

- 1) створення **моделі фізичної реалізації** наявної системи, яку використовують користувачі;
- 2) розроблення **логічної моделі** для визначення основних вимог до реальної системи;
- 3) формування **нової логічної моделі** для демонстрації ключових параметрів системи, яку розробляють;

4) створення **нової фізичної моделі**, яка реалізує логічну модель нової системи.

Інший підхід, відомий як «розподіл подій», набуває популярності під час розроблення інформаційних систем. Він передбачає такі кроки:

1) створення **логічної моделі**, яка зображує систему як сукупність дій та описує функціональність системи;

2) створення **моделі оточення**, яка розглядає систему як об'єкт, що реагує на події, породжені зовнішніми сутностями. Ця модель зазвичай складається з опису призначення системи, діаграми контексту та списку подій;

3) створення **моделі поведінки**, яка демонструє оброблення подій системою. Ця модель починається з діаграми, на якій для кожної відповіді системи на подію описана взаємодія з іншими елементами системи. Сховища даних у моделі поведінки використовують для збереження даних, що зберігаються між обробленням подій. Для поєднання елементів діаграм та перевірки узгодженості моделей оточення та поведінки використовують потоки даних.

Під час підготовки цих моделей для демонстрації часто потрібна їх оптимізація. Це може передбачати як створення спрощених батьківських діаграм шляхом об'єднання кількох функціональних блоків у один, так і декомпозицію деяких елементів для полегшення сприйняття моделі.

Діаграми потоків даних надають зручний метод опису передавання інформації як між складниками модельованої системи, так і між системою та зовнішнім середовищем. Ця характеристика визначає сферу застосування діаграм DFD, які використовують для створення моделей обміну інформацією в організаціях, наприклад, для моделювання документообігу. Різноманітні варіанти DFD застосовують під час розроблення корпоративних ІС.

ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

1. Для кожної з моделей, створених за нотацією IDFO під час виконання лабораторних робіт 1, 2, створіть та побудуйте моделі бізнес-процесів у нотації DFD з погляду розподілу подій.

2. Для кожної з побудованих діаграм оцініть вартість оброблення інформації, задавши на власний розсуд вартість кожної роботи, кількість операцій та їх частоту.

3. Згідно з власним номером варіанта виконайте індивідуальне завдання, побудувавши діаграми (для кожного з двох відповідно до варіанта) потоків даних до зазначених процесів. Опис процесів подано у додатку А.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що описує діаграма DFD?
2. Яку нотацію використовують у AllFusion Process Modeler для побудови діаграм DFD?
3. Які складові частини діаграми DFD?
4. У чому полягає призначення процесу на діаграмі DFD?
5. Що називають зовнішньою сутністю?
6. Що описують і для чого призначені сховища на діаграмі DFD?
- 7 Які існують підходи щодо створення діаграм DFD?

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

| <i>Варіант</i> | <i>Номер завдання // номер модуля</i> |
|----------------|---------------------------------------|
| 1 | 1, 1.1 // 12, 12.1 |
| 2 | 1, 1.2 // 6, 6.1 |
| 3 | 1, 1.3 // 7, 7.2 |
| 4 | 2, 2.1 // 8, 8.3 |
| 5 | 2, 2.2 // 10, 10.1 |
| 6 | 2, 2.3 // 9, 9.1 |
| 7 | 3, 3.1 // 7, 7.1 |
| 8 | 3, 3.2 // 6, 6.2 |
| 9 | 4, 4.1 // 5, 5.1 |
| 10 | 4, 4.2 // 10, 10.2 |
| 11 | 5, 5.2 // 11, 11.1 |
| 12 | 6, 6.1 // 3, 3.1 |
| 13 | 6, 6.2 // 11, 11.2 |
| 14 | 7, 7.1 // 1, 1.1 |
| 15 | 7, 7.2 // 2, 2.2 |
| 16 | 8, 8.1 // 3, 3.2 |
| 17 | 8, 8.2 // 2, 2.2 |
| 18 | 8, 8.3 // 4, 4.1 |
| 19 | 9, 9.1 // 12, 12.2 |
| 20 | 9, 9.2 // 5, 5.1 |

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

Тема. Побудова сценаріїв бізнес-процесів із використанням нотації IDEF3.

Мета роботи:

- вивчення можливостей пакета AllFusion Process Modeler щодо створення діаграм IDEF3;
- моделювання процесів передавання інформації в економічних системах.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Моделі IDEF3

Модель IDEF3 будується на концепції бізнес-процесу, який визначає послідовність дій або підпроцесів у системі, що аналізується. Важливо підібрати відповідні назви для дій, які відображають суть сценарію бізнес-процесу. Це дозволяє чітко визначити призначення й межі моделі. Коректні *назви* відповідають стандартним рекомендаціям щодо використання дієслів і дієслівних іменників, наприклад, «Оформити замовлення» або «Провести маркетингові дослідження».

Для більшості моделей важливо чітко документувати *точку зору*, яка зазвичай відображає обов'язки людини, яка є джерелом інформації про процес. Також важливо мати розуміння *мети моделювання*, меж моделювання та цільової аудиторії.

Діаграми IDEF3

Діаграми IDEF3, також відомі як Workflow diagramming, використовують для графічного відображення інформаційних потоків, взаємовідношень між процесами оброблення інформації та об'єктами, що є частиною цих процесів. Вони допомагають аналізувати процедури оброблення інформації.

Метою IDEF3 є надання *опису послідовності виконання процесів та об'єктів*, які використовують у цих процесах.

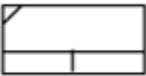

IDEF3 використовують і як метод створення процесів, який доповнює IDEF0 і вміщує всі необхідні елементи для розроблення моделей імітаційного моделювання.

Діаграми

В IDEF3-моделі основним елементом опису є діаграма. Якщо модель розробляє кілька людей, то особливу увагу приділяють організації діаграм. У такому разі системний аналітик чітко визначає, яка інформація буде внесена в кожну модель.

Одиниці роботи, також відомі як UnitOfWork (UOW), є головними елементами моделі IDEF3. Вони позначаються прямокутниками і мають назву, що відображає процес дії та унікальний номер (ідентифікатор). До назви зазвичай додають *основний результат роботи*, наприклад «Тестування комп'ютера».

Таблиця 4.1 – Позначення одиниць роботи та заслання

| Одиниця | Призначення | Позначення |
|-------------------------------|--|---|
| Одиниця роботи (Unit of Work) | Об'єкт служить для опису функцій (процедур, робіт), що виконуються підрозділами або співробітниками підприємства |  |
| Об'єкт заслання (Referents) | Об'єкт, використовуваний для опису заслань на інші діаграми моделі, циклічні переходи в рамках однієї моделі, різні коментарі до функцій |  |




Зв'язки. Позначають зв'язки між роботами. Зв'язки в нотації IDEF3 є *односпрямованими*. У табл. 4.2 показано:

1) *зв'язок передування* (Precedence) – суцільна лінія, що використовується для поєднання одиниць роботи. Має напрям зверху вниз або зліва направо. Демонструє, що завдання-джерело має бути завершене перед тим, як почнеться завдання-мета;

2) зв'язок відношення (RelationLink) – пунктирна лінія, яка додається на діаграму для відображення зв'язків між одиницями роботи, а також між одиницями роботи та об'єктами зв'язку;

3) потоки об'єктів (ObjectFlow) – стрілка з двома кінцями, яка використовується для позначення застосування об'єкта в 2 або більше одиницях роботи.

Таблиця 4.2 – Позначення зв'язків

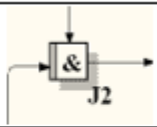
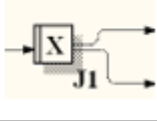
| Одиниця | Призначення | Позначення |
|----------------------------------|---|---|
| Зв'язок передування (Precedence) | Показує, що перш ніж почнеться робота-приймач, повинна завершитися робота-джерело. |  |
| Зв'язок відношення (Relational) | Показує зв'язок між двома роботами або між роботою і об'єктом за-слання. |  |
| Потік об'єктів (Object Flow) | Показує участь деякого об'єкта в двох або більше роботах, наприклад, якщо об'єкт виробляється у процесі виконання однієї роботи і споживається іншою роботою. |  |

Перехрестя (Junction)

Застосовують під час візуалізації злиття і розгалуження для показу взаємодії стрілок, а також для зображення сукупності подій, які повинні бути завершені до початку наступної роботи. Вони демонструють розгалуження схеми процесу, що моделюється, і можливі напрями розвитку процесу, які можуть з'явитися під час його реалізації.




У табл. 4.3 наведено два види перехресть – для розгалуження стрілок (Fan-out-Junction) та для злиття (Fan-in-Junction). Одне перехрестя не можна використовувати одночасно як для злиття, так і для розгалуження.

Таблиця 4.3 – Позначення перехрестя

| <i>Одиниця</i> | <i>Призначення</i> | <i>Позначення</i> |
|--|--|---|
| Перехрестя злиття (Fan-in Junction) | Вузол, що збирає безліч стрілок в одну, вказуючи на необхідність умови завершеності робіт-джерел стрілок для продовження процесу. |  |
| Перехрестя розгалуження (Fan-out Junction) | Вузол, в якому єдина вхідна в нього стрілка гілкується, показуючи, що роботи, наступні за перехрестям, виконуються паралельно або альтернативно. |  |

Під час описування перехресть допускають такі логічні операції: логічне «І», логічне «АБО», логічне «АБО», що виключає (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Позначення логічних операцій

| <i>Одиниця</i> | <i>Призначення</i> | <i>Позначення</i> |
|----------------------------|---|---|
| Логічне «І» | Логічний оператор, що визначає зв'язки між функціями у межах процесу. Дозволяє описати галуження процесу. |  |
| Логічне «АБО» | Логічний оператор, що визначає зв'язки між функціями у межах процесу. Дозволяє описати галуження процесу. |  |
| Логічне «АБО», що виключає | Логічний оператор, що визначає зв'язки між функціями у межах процесу. Дозволяє описати галуження процесу. |  |

Під час роботи в AllFusion ProcessModeler допускаються такі логічні перехрестя (табл. 4.5, рис. 4.1). Приклади використання логічних умов перехресть наведено на рис. 4.2.

Таблиця 4.5 – Логічні перехрестя

| <i>Найменування</i> | <i>Сенс у разі злиття</i> | <i>Сенс у разі розгалуження</i> |
|----------------------------|---|--|
| Asynchronous AND | Усі попередні процеси мають бути завершені. | Усі наступні процеси мають бути запуснені. |
| Synchronous AND | Усі попередні процеси завершені одночасно. | Усі наступні процеси запускаються одночасно. |
| Asynchronous OR | Один або декілька попередніх процесів мають бути завершені. | Один або декілька наступних процесів мають бути запуснені. |
| Synchronous OR | Один або декілька попередніх процесів завершено одночасно. | Один або декілька наступних процесів запускаються одночасно. |
| XOR (ExclusiveOR) | Лише один процес завершений. | Лише один наступний процес запускається. |

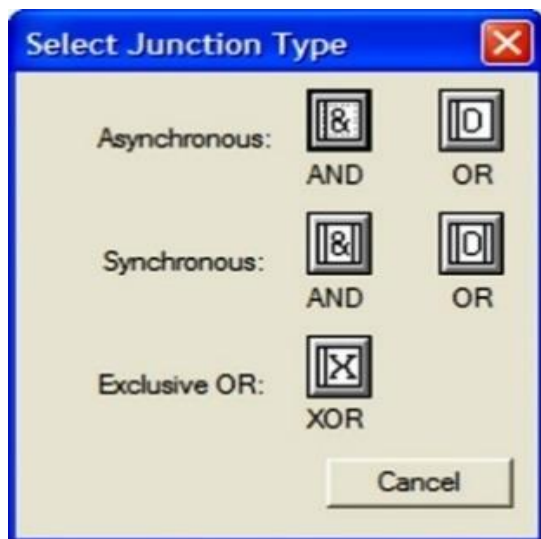


Рисунок 4.1 – Вибір логічного перехрестя

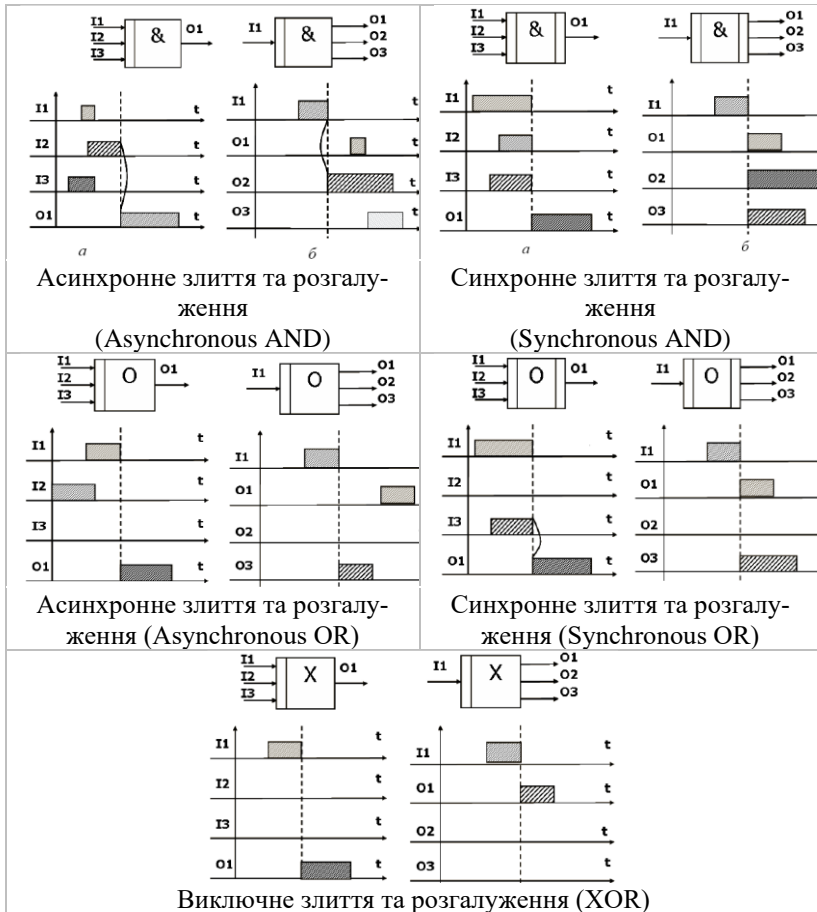


Рисунок 4.2 – Використання логічних умов перехресть

Об'єкти-посилання є символами, які показують зовнішні елементи описування процесу. Їх додають на діаграму, щоб звернути увагу аналітика на важливі аспекти, які не можуть бути прямо пов'язані з роботою або стрілкою. У разі додавання на діаграму об'єктів-посилань обов'язково зазначають тип посилання (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Типи об'єкта-посилання

| <i>Тип об'єкта-посилання</i> | <i>Призначення</i> |
|-------------------------------------|---|
| Об'єкт (OBJECT) | Описує участь важливого об'єкта в роботі. |
| Перехід (GOTO) | Інструмент циклічного переходу (у послідовності робіт, що повторюється), можливий на поточній діаграмі, але не обов'язково. Якщо всі роботи циклу наявні на поточній діаграмі, цикл може також зображатися стрілкою, що повертається на стартову роботу. GOTO може посилатися на перехрестя. |
| Повторення (UOB – Unit of behavior) | Застосовується, коли необхідно підкреслити множинне використання якої-небудь роботи, але без циклу. Наприклад, робота «Контроль якості» може бути використана в процесі «Виготовлення виробу» кілька разів, після кожної одиначної операції. Зазвичай цей тип посилання не використовується для моделювання робіт, що автоматично запускаються. |
| Примітка (NOTE) | Використовується для документування важливої інформації, що відноситься до яких-небудь графічних об'єктів на діаграмі. NOTE є альтернативою внесенню текстового об'єкта до діаграми. |
| Опис (ELAB - Elaboration) | Використовується для вдосконалення графіків або їх детальнішого опису. Зазвичай вживається для детального опису розгалуження і злиття стрілок на перехрестях. |

Для додавання об'єктів-посилань використовують кнопку [R]. Об'єкт-посилання, доданий на діаграму, позначають прямокутником. За допомогою пунктирних ліній ці

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ

Завдання 1. Проєкт інформаційної системи підприємства

1.1. За наведеним описом необхідно побудувати проєкт створення інформаційної системи (ІС) підприємства.

Загальний опис проєкту. Проєкт передбачає такі роботи: після звернення замовника **розробляється технічне завдання до проєкту (ТЗ)**. Ця робота складається з двох етапів:

| | |
|-----|-----------------|
| (a) | Складання ТЗ |
| (b) | Затвердження ТЗ |

Під час формування технічного завдання ключову роль відіграє замовник системи, надаючи розробникам необхідну інформацію для її створення. Отже, на діаграмі важливо зазначити об'єкт-посилання, який здійснює вплив на об'єкт «**Розроблення технічного завдання**».

Після виконання цього етапу виконують інший – «**Аналіз проєкту**», що передбачає:

| | |
|-----|--|
| (a) | Визначення об'єктів системи і їх атрибутів |
| (b) | Визначення категорій користувачів |
| (c) | Створення запитів до системи |

Після проведення робіт щодо аналізу технічного завдання переходять до «**Розроблення модульної структури**», що передбачає:

| | |
|-----|---|
| (a) | Розроблення модульної структури всієї системи, що передбачає виконання незалежних наступних робіт |
| (b) | Розроблення модульної структури підсистеми оброблення запитів, визначення категорії користувачів |
| (c) | Розроблення модульної структури підсистеми експертних оцінок |

| | |
|-----|--|
| (d) | Розроблення модульної структури підсистеми тестів |
| (e) | Розроблення модульної структури модуля контролю показників |

Після завершення етапів розроблення технічного завдання та аналізу можна починати етап **проектування бази даних**. Ця робота передбачає:

| | |
|-----|--|
| (a) | Проектування логічної структури бази даних |
| (b) | Проектування фізичної структури бази даних |
| (c) | Визначення взаємозв'язків між базами даних |
| (d) | Вибір системи управління базою даних |

Скласти діаграми відповідно до побудованої структури робіт та встановити зв'язки між роботами. Керуючись вже створеною структурою робіт для створення служби зайнятості, провести декомпозицію робіт.

Результати розроблення діаграм робіт наведено на рис. 4.4–4.8.

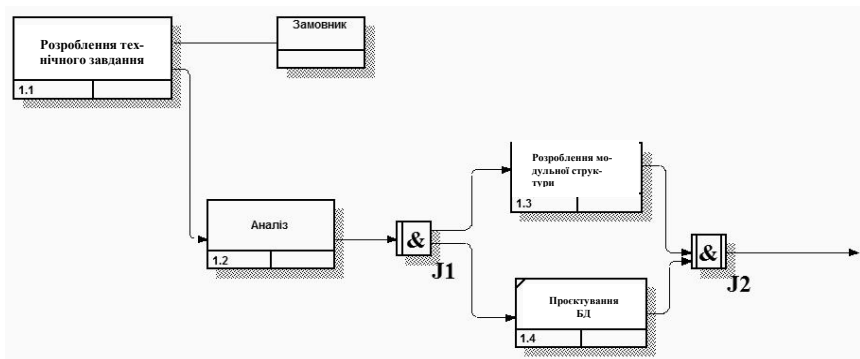


Рисунок 4.4 – Діаграма «Розроблення ІС підприємства»

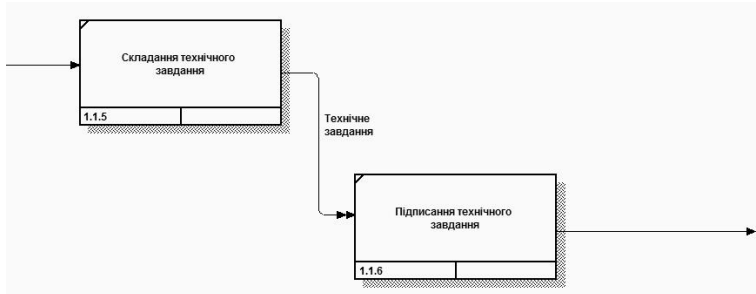


Рисунок 4.5 – Декомпозиція роботи «Розроблення ТЗ»

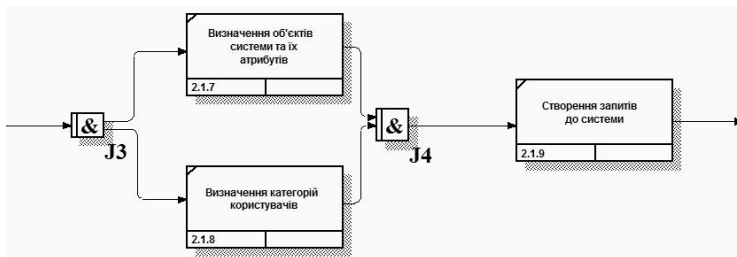


Рисунок 4.6 – Декомпозиція роботи «Аналіз»

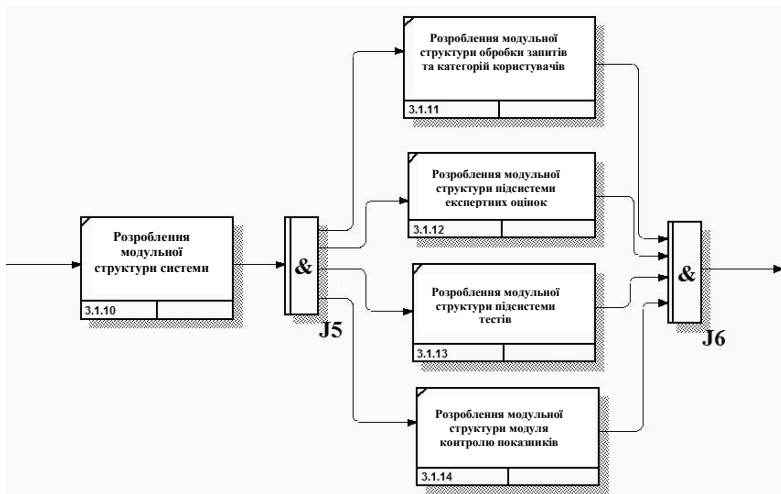


Рисунок 4.7 – Декомпозиція роботи «Розроблення модульної структури»

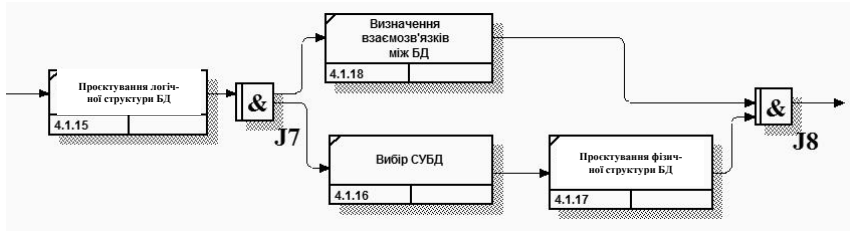


Рисунок 4.8 – Декомпозиція роботи «Проектування БД»

На основі структури робіт за процесами наведені діаграми пояснюють процес формування ІС підприємства.

1.2. Побудуйте новий сценарій розроблення інформаційної системи підприємства за підсистемами, що містить роботи, наведені нижче у списку. Під час побудови сценарію виконайте декомпозицію робіт, визначивши необхідну логіку їх виконання.

Список робіт за підсистемами:

| | |
|--|---|
| 1. Розроблення технічного завдання: | (a) Складання технічного завдання; (b) Підписання технічного завдання. |
| 2. Розроблення підсистеми тестів: | (a) Визначення міжсистемних угод; (b) Визначення об'єктів і їх атрибутів; (c) Визначення категорій користувачів; (d) Створення запитів до системи; (e) Проектування структури БД. |
| 3. Розроблення підсистеми обробки запитів | (a) Визначення міжсистемних угод; (b) Визначення об'єктів і їх атрибутів; (c) Визначення категорій користувачів; (d) Створення запитів до системи; (e) Проектування структури БД. |
| 4. Розроблення підсистеми експертних оцінок: | (a) Визначення міжсистемних угод; (b) Визначення об'єктів і їх атрибутів; (c) Визначення категорій користувачів; (d) Створення запитів до системи; (e) Проектування структури БД. |

| | |
|--|---|
| 5. Розроблення підсистеми контролю показників: | (a) Визначення міжсистемних угод; (b) Визначення об'єктів і їх атрибутів; (c) Визначення категорій користувачів; (d) Створення запитів до системи; (e) Проектування структури БД. |
| 6. Розроблення архітектури всієї системи | |
| 7. Об'єднання підсистем: | (a) Перевірка дотримання міжсистемних угод; (b) Визначення взаємозв'язків між БД. |

Примітка. Для прискорення процесу побудови діаграм «за підсистемами» можна створити та використовувати фрагмент підсистеми, що дублюється – містить однотипний перелік робіт. Підхід, що використовує однотипні невеличкі блоки, прискорює опис проєктів і дозволяє реалізовувати проєкти будь-якої складності. Рекомендовано фрагмент, що дублюється, реалізувати у вигляді окремої діаграми

Завдання 2. Розроблення сценарію роботи «Збирання комп'ютера»

2.1. Збирання комп'ютера передбачає виконання таких робіт:

1. «Підготовка компонент» – на вкладці **Definition** властивостей цієї роботи внесіть визначення «Готуються всі компоненти комп'ютера згідно зі специфікацією замовлення», а на вкладці **UOW** внесіть інформацію за розділами:

Objects: компоненти: вінчестери, корпуси, материнські плати, відеокарти, звукові карти, програмне забезпечення;

Facts: доступні операційні системи: Windows 7–11, Linux.

2. Установлення материнської плати та вінчестера.
3. Інсталяція операційної системи.
4. Інсталяція додаткового програмного забезпечення.

2.2. Створіть об'єкт-посилання. Внесіть ім'я об'єкта зовнішнього посилання – «Компоненти». Зв'яжіть стрілкою об'єкт посилання та роботу «Підготовка компонентів». Зв'яжіть стрілкою роботи «Підготовка компонентів» (вихід) і «Установлення материнської плати та вінчестера». Змініть стиль стрілки на Object Flow.

2.3. Внесіть на діаграму два перехрестя типу Asynchronous OR і пов'яжіть роботи з перехрестями згідно з логікою збирання та підключення: після встановлення материнської плати й вінчестера підключають останні компоненти. Правою кнопкою клацніть перехрестя, виберіть Name Editor і внесіть ім'я «Компоненти, потрібні у специфікації *Замовлення*».

2.4. Додайте на діаграму нове посилання «Програмне забезпечення» і зв'яжіть його з роботами 3 і 4.

2.5. Внесіть на діаграму два перехрестя типу XOR (Exclusive OR) і задайте логіку встановлення ПЗ на комп'ютер: для здавання зібраного комп'ютера замовнику із установленим ПЗ, можливо, буде потрібна інсталяція додаткового ПО після інсталяції операційної системи.

Завдання 3. Створення сценарію тестування комп'ютерів

У результаті проведення експертизи з тестувальниками виявлена така інформація:

- кожен тестувальник має власну периферію (монітор, клавіатуру, мишку) для перевірки комп'ютера;
- кожен тестувальник під'єднує кабель живлення і периферію для настільного комп'ютера і кабель живлення для ноутбука;
- кожен тестувальник запускає програму діагностики, яка тестує компоненти комп'ютера;

– якщо програма діагностики виявляє компонент, що не працює, тестувальник замінює його справним. Тестування й заміну компонентів проводять доти, поки всі компоненти комп'ютера не будуть справними;

– кожен перевірений комп'ютер зберігають до того часу, поки диспетчер не дасть розпорядження про відвантаження партії;

– несправні компоненти прямують на відвантаження для повернення постачальникам.

На підставі цієї інформації необхідно виконати декомпозицію (у нотації IDEF3) роботи «Тестування комп'ютерів» (див. Лабораторну роботу 2).

Створіть роботи:

- підключення периферії;
- запуск програми діагностики;
- формування партії;
- заміна несправних компонентів.

Створіть посилання:

- периферія;
- комп'ютер;
- замовлення;
- компоненти.

З'єднати роботи й об'єкти посилання стрілками і перехрестями, задавши необхідну логіку взаємодії об'єктів.

Завдання 4. Створення сценарію оброблення поштових відправлень

Відповідно до номера варіанта необхідно створити діаграми IDEF3 для одного з двох процесів оброблення поштових відправлень. Створена діаграма повинна містити не менше 3 рівнів декомпозиції та 3–4 зовнішніх посилань, а також різні типи вузлів злиття та розгалуження.

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

1. Для непарних варіантів. **Оброблення вхідних посилок**

Вхідні посилки передають на робочі місця (у комору) за підписом на накладній ф. 15, за якою вони надійшли. Якщо робочі місця для розпакування страхових мішків і видавання посилок знаходяться не в одному приміщенні й ці операції виконують різні працівники, то на передавання коштовних поштових відправлень оформлюють накладну ф.15 у двох примірниках із зазначенням повних даних і додаткових відміток.

Працівник, який приймає посилки, звіряє їх із записами в накладній ф. 15, перевіряє цілість оболонки, пломб, стрічок, наклейок, масу, наявність печаток підприємства зв'язку місця приймання, проставляє в накладній ті, що не відповідають вимогам щодо оформлення накладної ф. 15 з повідомленням і яким саме.

У тих пунктах, де є пункти залізничної пошти (ПЗП), безпосередній обмін пошти з поштовими вагонами міські підприємства зв'язку не здійснюють, а здають і отримують її через ПЗП. Підприємства зв'язку, що відправляють пошту в ПЗП, на кожну відправку складають одну загальну накладну ф.15 у трьох примірниках. У тих пунктах, де є ПЗП, за рішенням виробничо-технічних управлінь зв'язку загальні накладні оформлюють щодо особливостей технологічних процесів оброблення пошти на цих підприємствах (окремо за видами або групами видів пошти). У загальні накладні записують всі окремі накладні на оброблену пошту.

Підготовлену до відправлення пошту разом із першими примірниками окремих накладних ф. 15 передають супровіднику у двох примірниках загальної накладної за підписом на третьому примірнику.

Отримана з поштового вагона (морського або річкового судна) пошта, адресована в місто в ПЗП, приписується до накладних ф.15.

Закриті речі й посилки, що підлягають здаванню у поштовий вагон (на морське або річкове судно), приписують до загальної накладної ф.16, яку оформлюють у трьох примірниках. Якщо обмін пошти здійснює особисто начальник відділення зв'язку, то накладну складають у двох примірниках.

Записуючи в накладну власні закриті речі, зазначають їх найменування та номери, поставлені на адресних ярликах, а для транзитних – і звідки вони прямують. Якщо пересилають посилки в мішках, то в накладній роблять позначку про характер вкладення. Наприклад: «Міжнародний», «Цінний», «Крихкий», «Терміновий», «Спеціальний», «Експрес».

У тому разі якщо закриті речі потрібно доставити далі від місця, зазначеного в накладній, то в ній зазначають місце доставлення цих речей.

Закриті речі, а також поштові відправлення, що пересилають відкрито, дописують до загальної накладної ф. 15 у такій послідовності:

- контейнери;
- мішки страхові;
- мішки з кореспонденцією;
- мішки і пачки з друком;
- мішки урядові;
- мішки міжнародні;
- коштовні листи і коштовні бандеролі «обережно»;
- посилки «обережно»;
- посилки цінністю більше ніж 100 грн;
- посилки інші;
- порожні речі («тара»).

Після переліку всіх речей і поштових відправлень до загальної накладної записують окремі накладні із зазначенням кількості речей і відправлень за видами, напрямками відправлення, датою її складання. Перед записом пишуть заголовок «За окремими накладними», який підкреслюють. Після всіх записів підсумовують кількість зазначених речей і відправлень. Загальну накладну підписує працівник, який її склав, і особа, відповідальна за відправлення пошти. Потім накладну штемпелюють. До того ж на загальній накладній проставляють години і хвилини відправлення посилок, прізвище працівника, що супроводжує поштові відправлення, а також кількість мішків, що підлягають обміну «мішок на мішок». У колонці «Найменування речей і поштових відправлень» зазначають кількість поштових відправлень і речей за видами. Якщо до відправлення на зазначений поштовий вагон немає пошти, то в накладній ф. 15 пишуть «Пошти немає». Такі накладні в разі обміну передають без розписок.

Один примірник загальних накладних ф. 15 на відправлену пошту підшивають в архів загальних накладних у порядку оформлення. У кінці звітнього періоду підбивають загальний підсумок щодо загальної кількості загальних накладних, а також щодо загальної кількості кожного найменування поштових відправлень.

2. Для парних варіантів. Оброблення вихідних і транзитних відправлень

Прийняті на підприємствах зв'язку посилки разом із супровідними адресами у встановлені розкладом терміни передають на оброблення й подальше відправлення. Вихідні з відділень зв'язку та з інших місць приймання, де немає оброблення, звичайні посилки й посилки з оціненням до 100 грн включно пересилають до своїх поштових вузлів із приписуванням до накладних за «Формою 15» (далі – ф. 15)

за номерами. Посилки з оціненням більш ніж 100 грн, з післяплатою, повідомленням про вручення записують в накладну ф. 15 із зазначенням, окрім номера, суми оцінення, суми післяплати, «Форма оплати» (яка саме).

Посилки з оціненням більш ніж 500 грн, а також дрібні посилки незалежно від їх оцінення до оброблення та відправлення зберігають окремо від інших.

Перед сортуванням посилки розподіляють на:

а) урядові; б) авіапосилки; в) авіапосилки цінністю більше 1 000 грн із позначкою «Обережно»; г) із носіями інформації; ґ) із позначкою «Обережно»; д) дрібні; е) звичайні та з оціненням до 1 000 грн включно; є) з оціненням більш ніж 1 000 грн; ж) великогабаритні; з) із бджолами; и) із позначками «Розсада», «Овочі», «Фрукти».

Посилки сортують за групами відповідно до «Інструкції про порядок сортування і напрям посилкової та страхової пошти».

Групування відправлень відбувається залежно від кількості посилок, де кожна група містить 10 або більше відправлень. Обмеження на максимальну кількість посилок – 15 шт., але якщо з одного підприємства на одну адресу і за одне календарне число надсилається декілька груп, то кожна з них має вміщувати різну кількість посилок (наприклад: 15, 14, 13).

Партія авіапосилок із оголошеною цінністю більш ніж 1 500 гривень та позначкою «Обережно» обмежується кількістю – 5 штук. Групи посилок (до 12 шт.) формують у комплекти для доставлення за місцем призначення підприємствам зв'язку. Посилки з оголошеною цінністю понад 2 000 грн не входять до комплектів, що містять інші відправлення.

Посилки з позначками «Обережно», «Урядова» з моменту приймання впродовж свого прямування виділяють і пересилають окремо від інших посилок групами незалежно від кількості.

Посилки з носіями інформації на одну адресу потрібно відправляти одночасно. Відправлення таких посилок у різних групах не допускається.

Після сортування посилки, що прийняті особисто, дописують до накладних ф.16 із зазначенням номера, оголошеної цінності, суми післяплати, «Форми оплати» і способу оплати. У разі запису в накладну транзитних посилок зазначають ті самі дані, а також найменування підприємства зв'язку місця приймання посилок і його номер, якщо він є.

У пунктах приймання і вузлах оброблення запис посилок у накладну ф. 15 здійснюють у порядку висхідних номерів. У накладній підсумовують кількість посилок прописом. Підписує накладну працівник, який її склав. Загальну кількість посилок зазначають цифрами у графі «Найменування поштових відправлень і речей».

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які є складники діаграм IDEF3.
2. Що демонструють зв'язки на діаграмах IDEF3?
3. Назвіть види стрілок на діаграмах IDEF3.
4. Що означає термін «перехрестя» у контексті діаграм IDEF3?
5. Які є види перехресть діаграм IDEF3.
6. Що розуміють під терміном «об'єкт-посилання»?
7. Які види об'єктів-посилань існують?
8. Як можна додати новий об'єкт-посилання до діаграми?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

Тема. Створення змішаних моделей процесів у AllFusion ProcessModeler.

Мета роботи: опис виробничих процесів за допомогою різних нотацій у межах однієї моделі.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Створення змішаної моделі

Результат поповнення IDEF0 діаграмами DFD і IDEF3 може створити комбіновану структуру, що належним чином відображає всі аспекти підприємницької діяльності. Ієрархію завдань у комбінованій структурі можна побачити у вікні програми AllFusion Process Modeler під назвою ModelExplorer. У цьому вікні зеленим кольором позначають роботу в нотації IDEF0, об'єкти DFD – синім кольором, а в IDEF3 – жовтим. У AllFusion Process Modeler розроблення змішаних моделей має кілька особливостей:

1) існують конкретні правила перетворення завдань однієї нотації в діаграму іншої нотації;

2) у системі AllFusion Process Modeler є можливість розташувати об'єкти однієї нотації на діаграмі іншої.

Ці характеристики будуть розглянуті далі.

Під час розроблення змішаних діаграм у середовищі AllFusion Process Modeler можна здійснити такі переходи від однієї нотації до іншої:

IDEF0 > DFD:

IDEF0 > IDEF3:

DFD > IDEF3.

Зауваження. Не можна здійснити такі декомпозиції: DFD на діаграму IDEF0 і IDEF3 на діаграму інших нотацій.

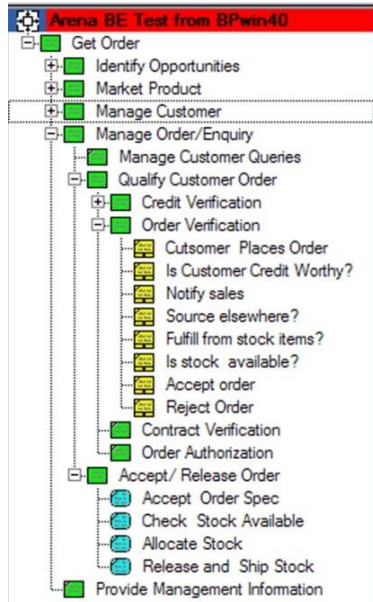


Рисунок 5.1 – Декомпозиція робіт на діаграмі IDEF0

Декомпозиція роботи IDEF0 в діаграму DFD

Під час декомпозиції стрілки входу батьківської роботи на дочірній діаграмі DFD візуалізуються вхідними стрілками з лівої частини діаграми DFD, стрілки управління позначаються вхідними стрілками зверху діаграми і т. п. У нотації DFD відсутні поняття «механізм» та «управління», дозволяється додавати внутрішні стрілки, які починаються з будь-якої грані роботи і закінчуються в будь-яку грань. Система AllFusion Process Modeler не дозволяє на діаграмі DFD під час створення змішаних діаграм зв'язувати граничні стрілки довільним чином. Стрілки зв'язують так, ніби це діаграма IDEF0: із верхньої грані діаграми вхідну стрілку можна з'єднати тільки з верхньою гранню роботи.

Відповідно до DFD-нотації всі стрілки мають починатися і закінчуватися на роботах, сховищах даних або зовнішніх сутностях, тому під час створення змішаної діаграми виконують такі кроки:

- на діаграмі DFD видалити граничні стрілки;
- створити на цьому рівні декомпозиції необхідні зовнішні сутності та сховища даних;
- відобразити внутрішні зв'язки на цьому рівні декомпозиції;
- виконати тунелювання стрілок на верхньому рівні діаграми IDEF0, установивши опцію **Change it to resolved rounded tunnel**, вибравши пункт **Arrow Tunnel** із контекстного меню до стрілки на батьківському рівні діаграми. Результат таких дій показано на рис. 7.2. У разі правильного виконання цієї операції квадратні дужки повинні бути замінені на круглі.

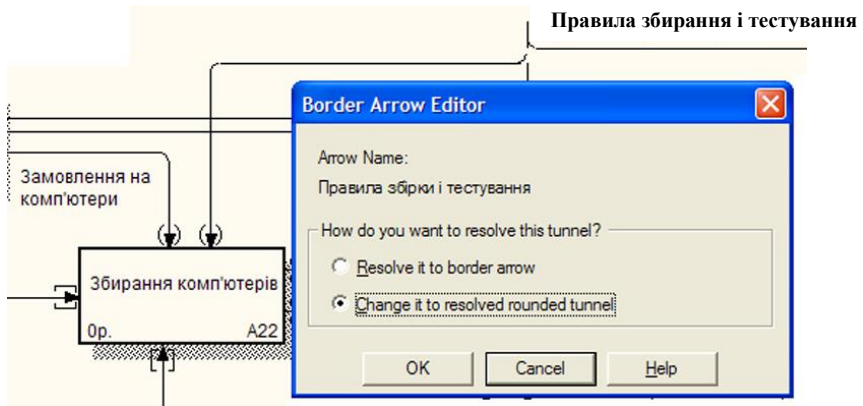


Рисунок 5.2 – Тунелювання стрілок на батьківському рівні діаграми IDEF0

Також варто зазначити, що під час створення змішаних моделей у AllFusion Process Modeler можна створювати граничні стрілки на діаграмах DFD, і програма не вважає такі стрілки за синтаксичні помилки.

Відображення міжсторінкових посилань (Off-pageReference) і зовнішніх сутностей (ExternalReference) на діаграмах DFD і IDEF0

У нотації DFD підтримується інструмент міжсторінкових посилань, який дає можливість описати перехід стрілки або передачу даних, об'єктів на іншу діаграму. Алгоритм створення міжсторінкового посилання:

1. Створити нову граничну стрілку на діаграмі DFD. Ця стрілка буде відмічена маркерами [] біля межі діаграми, як неприпустима на діаграмі типу IDEF0. Конкретне позначення забезпечується вибором у контекстному меню стрілки пункту «Off Page Reference».

2. Вибрати діаграму в діалоговому вікні **Off-Page Arrow Reference** (рис. 5.3), на яку планується спрямувати названу стрілку – поле **Diagram**.

3. Вибрати її вид (вхідна стрілка, механізм або управління) – група перемикачів **Destination border** (рис. 5.3).

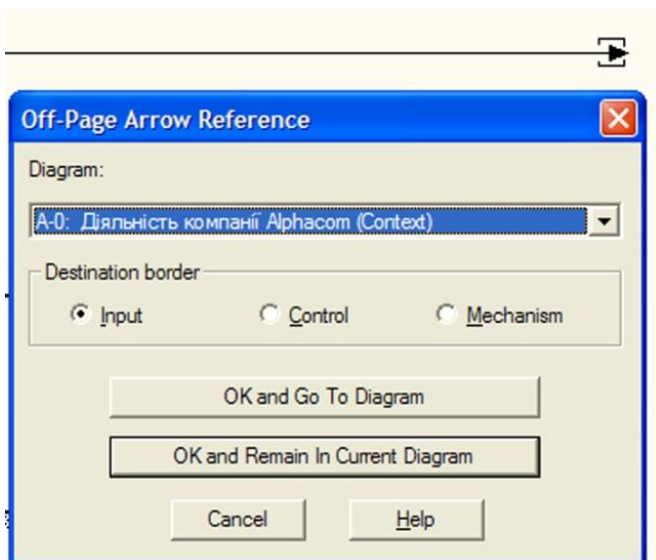


Рисунок 5.3 – Вікно встановлення параметрів міжсторінкового посилання

Після цих кроків буде додано посилання на іншу сторінку на обох діаграмах (джерело та призначення). Посилання на іншу сторінку може бути позначене як номер діаграми (у форматі C-number, де номер діаграми відповідає вузлу) або як ім'я діаграми. Для зміни стилю відображення мітки слід перейти до меню **Model > Model Properties** і вибрати потрібну опцію в області **Off-Page Reference Label** на вкладці **Display** вікна **Model Properties** (рис. 5.4).

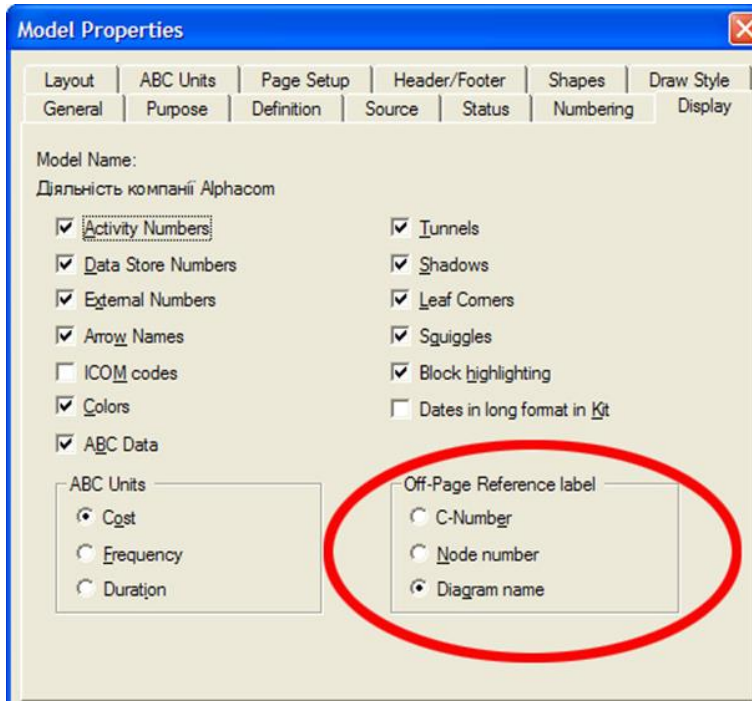


Рисунок 5.4 – Діалогове вікно зміни стилю відображення міток

Додатковою можливістю системи є створення на межі діаграми зовнішньої сутності або тунелю, а не лише міжсторінкового посилання.

На діаграмі DFD щоб створити *зовнішню сутність*, потрібно створити нову граничну стрілку. Поряд із межею діаграми ця стрілка буде позначена квадратними дужками. Після відкриття контекстного меню для квадратних дужок вибрати пункт **External Reference**. Після цього у вікні **External Reference**, що відкрилося, вибирають або вводять назву зовнішньої сутності.

Хоча нотація DFD не передбачає створення *тунельних стрілок*, але це можна зробити. Для додавання тунельної

стрілки у контекстному меню для квадратних дужок вибирають елемент **Arrow Tunnel**.

Так AllFusion Process Modeler дозволяє створювати на діаграмі DFD **чотири типи граничних стрілок** (рис. 5.5):

- звичайна гранична стрілка (не допускається нотацією DFD);
- міжсторінкове посилання;
- тунельна стрілка (не передбачена нотацією DFD);
- зовнішнє посилання.



Рисунок 5.5 – Граничні стрілки на діаграмі DFD

Особливістю AllFusion Process Modeler є те, що такі ж самі типи стрілок можна створити на діаграмі IDEF0:

- звичайна гранична стрілка;
- міжсторінкове посилання (не передбачено нотацією IDEF0);
- тунельна стрілка;
- зовнішнє посилання (не передбачено нотацією IDEF0).

AllFusion Process Modeler допускає створення зовнішньої сутності на діаграмах IDEF0, але на відміну від нотації DFD їх можна створювати тільки на межі діаграми. Відзначимо, що розміщення на діаграмах IDEF0 і DFD зовнішніх сутностей, міжсторінкових посилань і тунелів формально є

порушенням синтаксису нотацій, однак істотно полегшує побудову змішаних моделей.

Виконання декомпозиції роботи IDEF0 (DFD) у діаграму IDEF3

У нотації IDEF3 стрілки мають інший сенс, ніж на діаграмах IDEF0 і DFD, оскільки вони показують лише послідовність виконання робіт. Тому стрілки не переносять на нижчий рівень у разі декомпозиції робіт із IDEF0 (DFD) на діаграму IDEF3.

Об'єкти посилання (referent) (рис. 5.6) використовують тоді, коли показують на дочірній діаграмі IDEF3 ті самі об'єкти, що й на батьківських діаграмах IDEF0 (DFD).

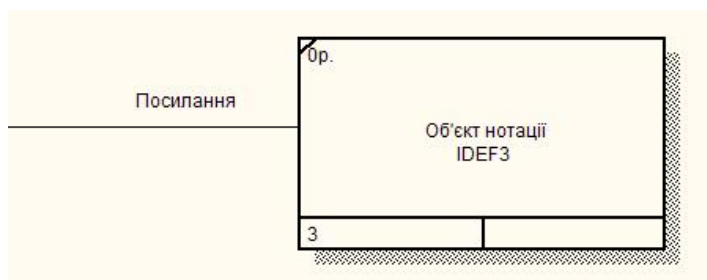


Рисунок 5.6 – Використання посилань на діаграмі DFD

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ

Завдання 1

Необхідно створити змішану діаграму відповідного процесу закупівлі товару (див. додаток А) торговельною організацією. Рівень декомпозиції процесу – 2. Додатково:

Для парних варіантів групи 1:

Виконати декомпозицію етапу 1.1 у нотацію в нотації DFD.

Виконати декомпозицію етапу 1.4 у нотацію в нотації IDEF3.

Для непарних варіантів групи 1:

Виконати декомпозицію етапу 2.1 у нотацію в нотації DFD.

Виконати декомпозицію етапу 3.4 у нотацію в нотації IDEF3.

Для парних варіантів групи 2:

Виконати декомпозицію етапу 4.3 у нотацію в нотації DFD.

Виконати декомпозицію етапу 4.2 у нотацію в нотації IDEF3.

Для непарних варіантів групи 2:

Виконати декомпозицію етапу 7 у нотацію в нотації DFD.

Виконати декомпозицію етапу 6.2 у нотацію в нотації IDEF3.

Завдання 2

Для побудованих згідно з власним номером варіанта завдань моделей (див. першу частину індивідуального завдання лаб. роботи 3) побудуйте змішані моделі процесів. Рівень декомпозиції моделей – 3. Моделі повинні містити нотації DFD, IDEF3 та IDEF0 на різних рівнях декомпозиції. Вибір нотацій задати та обґрунтувати на власний розсуд.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які основні правила побудови змішаних діаграм бізнес-процесів.
2. Які допустимі та недопустимі переходи між нотаціями у AllFusion Process Modeler .
3. Які особливості декомпозиції роботи IDEF0 у діаграму DFD.
4. Які типи граничних стрілок під час побудови змішаних діаграм.
5. Які особливості декомпозиції робіт у діаграму IDEF3.

ДОДАТОК А

(довідковий)

Опис процесів до лабораторних робіт 3, 5

Завдання 1. Облік наявності та руху товарів у торговій фірмі

Під час обліку беруть участь спеціалісти з різних відділів: бухгалтерії, складу, маркетингу та торгової зали. Товари поділяють на групи, такі як одяг, побутова техніка, електроніка, взуття тощо. У кожній групі товари відрізняються назвою, брендом, виробником, постачальником та іншими ознаками.

1.1. Модуль «Облік руху товарів на складі»

Програмне забезпечення для комірника має на меті:

1) збереження необхідної інформації про кожен тип товару на складі; підтримання каталогу норм запасів товарів для кожної групи;

2) подання даних у зручному форматі за запитами користувача, наприклад:

– пошук інформації про певний товар за його номером;

– розрахунок вартості товарів, відпущених за певною витратною накладною;

– вибирання номера та назви товарів, кількість яких на складі менша за встановлену норму запасу;

– вибирання всіх даних про товари з сортуванням за групами товарів;

– розрахунок загальної вартості товарів, що надійшли та відпущені за поточний день;

– побудову діаграми – вартість товарів із розподіленням за групами товарів;

3) автоматизацію оброблення інформації для таких бізнес-операцій:

– прийняття товару від постачальників (введення даних за прибутковою накладною);

– списання товару (введення даних про списання та оформлення акта);

– переоцінення товару (введення нової ціни, групова зміна ціни);

– відпускання товару в торгову залу (введення даних про відпускання і оформлення витратної накладної);

– передавання застарілих документів у архів (накладні та акти за попередній рік мають бути скопійовані в архівну БД та видалені з актуальної бази даних);

4) відображення інформації про автора та призначення програми;

5) друк вихідних документів (витратна накладна, акт про списання, карта обліку товарів на складі).

1.2. Модуль «Робота з покупцями та товарами у торговій залі»

Продавці складають рахунок, товарний чек, ведуть журнал продажів. Товари видають покупцям тільки через торгову залу. Програмне забезпечення для продавця має дозволяти:

1. Подавати дані у зручному форматі за запитами користувача, зокрема:

– пошук відомостей про продаж конкретного товару за номером чека;

– вибирання назви, ціни та рекламних відомостей про товари, з сортуванням за виробниками;

– вибирання даних про покупки конкретного клієнта за прізвищем (назвою фірми) покупця;

– виведення списку покупців в алфавітному порядку;

– розрахунок загальної вартості товарів, відпущених конкретному клієнту за рік;

– побудову діаграми – сума продажів за зазначений період часу з сортуванням за групами товарів;

– автоматизацію оброблення інформації для таких бізнес-операцій:

– прийняття товару зі складу (введення даних накладною);

– продаж товару покупцеві (введення даних про відпускання, оформлення чека; оформлення заявки на склад, якщо певний товар у залі закінчився);

– оформлення вітрин торгової зали за допомогою цінників та рекламних листівок;

– передавання застарілих документів у архів (записи у журналі продажів за попередній рік мають бути скопійовані в архів та видалені з бази даних);

– друк вихідних документів (товарний чек, цінник, рекламний лист, заявка);

– відображення інформації про автора та призначення програми.

2. Зберігати необхідну інформацію про кожен вид товару, що є в наявності в кожному відділі торгової зали; інформацію про розподіл продавців за відділами.

1.3. Модуль «Аналіз продажів у групі маркетингу та робота з постачальниками»

Модуль передбачає щотижневий аналіз реалізації товарів, формування прайс-листів, підтримку контактів із постачальниками та інформування відділів торгової зали і складу про зміни цін на товари. ПЗ АРМ маркетолога має такі можливості:

1. Виведення інформації у зручному форматі за такими запитами користувача:

– пошук відомостей про певного постачальника за його назвою або ІПН;

– вибирання назви та ціни товарів, відсортованих за містами та постачальниками;

– вибирання даних про постачання певного постачальника за його ІПН;

- розрахунок загальної вартості продажів із групуванням за тижнями (місяцями) та постачальниками;
- розрахунок кількості продажу кожного товару за певний період (від ... до ...);
- визначення 10 найпопулярніших товарів (за максимальною кількістю продажів).

2. Зберігання потрібної інформації про всі товари, які продаються, а також про оптових постачальників товарів.

3. Автоматизація оброблення інформації за таких операцій:

- переоцінка товарів (зміна ціни певного товару, зміна ціни на групу товарів, створення нового прайс-листа);
- аналіз продажів товарів (створення щотижневої відомості продажів з групуванням за товарами та їх групами, побудова діаграми продажів або діаграми ціни/попиту);
- устанавлення ділових контактів із новим постачальником (введення даних про постачальника та його товари);
- розрив контактів із певним постачальником (видалення відомостей про нього).

4. Виведення інформації про автора та призначення програми.

5. Виведення вихідних документів на друк (прайс-листи за групами товарів, звіт про продажі, діаграма продажів, перехресний звіт).

Завдання 2. Облік основних засобів у автотранспортному підприємстві

Під час обліку беруть участь фахівці з основних підрозділів підприємства, бухгалтерії та відділу матеріально-технічного постачання. Основні засоби (ОЗ) поділяють на категорії (автотранспорт вантажний, легковий, споруди, будівлі, верстати, устаткування тощо). У межах кожної категорії ОЗ відрізняються за виробником, найменуванням, маркою та інвентарним номером.

2.1. Модуль «Облік основних засобів у підрозділі підприємства»

Матеріально-відповідальна особа в підрозділі підприємства веде інвентарні картки основних засобів, розраховує витрати ресурсу ОЗ щорічно, оформляє списання основних засобів. Облік здійснюють у режимі реального часу. Щорічну інвентаризацію проводять разом із бухгалтерією і МВО підрозділів, результати фіксують актами списання та переоцінки ОЗ. Програмне забезпечення для МВО має надавати такі можливості:

1. Виведення даних у зручному форматі за запитами користувача:

- пошук інвентарної картки конкретного основного засобу за номером;

- вибірка інвентарних карток, відомостей про норму витрати та всіх даних про основні засоби для конкретного підрозділу з групуванням за інвентарними картками;

- вибірка планової норми зношення для конкретного типу основних засобів;

- розрахунок загальної вартості ОЗ у заданому підрозділі;

- розрахунок суми витрати ресурсу та залишкової вартості всіх ОЗ із урахуванням витрати;

- побудова діаграми кількості основних засобів за інвентарними картками.

2. Зберігання необхідної інформації про кожен основний засіб у вигляді інвентарних карток.

3. Автоматизація оброблення інформації за таких операцій:

- створення заявки на придбання ОЗ (введення даних заявки);

- взяття на облік нового основного засобу (заповнення даних в інвентарній картці);

- списання основних засобів (заповнення інформації про списання, підготовка акта списання);

- переоцінка основних засобів (зміна суми витрати ресурсу в відомостях про ОЗ);

- передавання застарілих документів у архів (виконані заявки повинні бути збережені в архіві та видалені з поточної бази даних).

4. Відображення інформації про автора та призначення програми.

5. Друк вихідних документів (інвентарна картка, заявка на придбання основного засобу, акт інвентаризації, акт списання).

2.2. Модуль «Облік основних засобів у бухгалтерії»

Модуль відображає інформацію про розподіл основних засобів (ОЗ) за відділами підприємства, включаючи дані про матеріально-відповідальних осіб (МВО) у кожному підрозділі. АРМ виконує:

1. Зручний доступ до різноманітних даних за користувачькими запитами:

- пошук матеріально-відповідальної особи із заданого підрозділу;

- пошук основних засобів і норм відпрацювання з можливістю виконання впорядкування за підрозділами;

- здійснення розрахунку сумарної вартості основних засобів за підрозділами;

- здійснення розрахунку первинної вартості основних засобів;

- визначення кількості інвентарних карток основних засобів за підрозділами підприємства;

- створення діаграми тенденції зміни вартості основних засобів за місяцями за підрозділами.

2. Зберігання інформації про розподіл основних засобів між відділами та матеріально-відповідальними особами.

3. Автоматизація оброблення даних під час проведення різних бізнес-операцій, таких як взяття нових ОЗ на облік, передача основних засобів між відділами, призначення іншого МВО, архівування застарілих документів.

4. Виведення відомостей про автора програми та її призначення.

5. Формування вихідних документів, таких як списки матеріально-відповідальних осіб, планові нормативи відпрацювання, відомості про рух різних основних засобів, діаграми.

2.3. Модуль «Облік руху основних засобів у МТС»

Модуль відображає процеси прийняття заявок на придбання нових основних засобів від підрозділів, планування переміщення ОЗ між відділами та закупівлю нових об'єктів.

Автоматизоване робоче місце співробітника МТС має такі функції:

1. Виведення даних за запитами користувача:

– пошук відомостей про підрозділ;

– заявки на основні засоби за датами реєстрації заявки і назвою підрозділу;

– фільтрація даних за підрозділами про надходження основних засобів;

– сумарна вартість основних засобів із фільтрацією за місяцями і підрозділами;

– діаграма вартості основних засобів за підрозділами;

– визначення підрозділів із максимальною вартістю заявок.

2. Зберігання даних про заявки на ОЗ від підрозділів, інформацію про самі підрозділи та дані про надходження нових ОЗ.

3. Автоматизація процесів придбання ОЗ, переміщення між відділами, формування щомісячних звітів та архівування застарілих документів.

4. Подання інформації про автора програми та її призначення.

5. Формування вихідних документів для друку, зокрема відомостей про потреби, діаграми закупівель тощо.

Завдання 3. Облік замовлень на продукцію на малому підприємстві

На малому підприємстві важливо вести облік замовлень на виробництво, наприклад, меблі, що надходять від клієнтів та інших підприємств. Це завдання виконують разом менеджери, бухгалтери та керівники виробництва.

3.1. Модуль «Робота з клієнтами підприємства»

Менеджер із роботи з клієнтами приймає замовлення, розраховує вартість, проводить оплату і видає готову продукцію. Клієнти, які постійно користуються послугами підприємства, отримують 5 % знижку від вартості замовлення.

Програмне забезпечення АРМ реєстратора:

- зберігає дані про клієнтів та їх замовлення, а також прейскурант продукції;

- надає доступ до інформації за запитом користувачів: пошук замовлення за прізвиськом клієнта і датою, здійснює вибірку активних замовлень за типом продукції тощо, визначає постійних клієнтів (замовлення за рік перевищують зазначену суму);

- будує діаграми зі статистикою виконаних замовлень;

- автоматизує оброблення даних під час створення, зміни та виконання замовлень, а також під час формування рекламних буклетів і архівації застарілих документів;

- генерує різноманітні документи для друку, зокрема рахунки, рекламні матеріали та звіти.

- виводить відомості про автора та призначення програми;

- друкує рекламні буклети продукції та діяльності фірми, рахунок на оплату замовлення, діаграму кількості замовлень за видами та місяцями.

3.2. Модуль «Управління виробництвом»

Керівник виробництва відстежує прийняті замовлення, планує роботу працівників, веде облік виконаних робіт та витрат матеріалів. ПЗ автоматизованого місця керівника дає можливість:

- зберігати інформацію про продукцію, прейскуранти матеріалів і робіт, а також список працівників за бригадами та таблиць виконаних робіт;

- виводити дані користувачам за їх запитамі, включаючи пошук за номером продукції, сортування працівників за бригадами та вибірку продукції для виконання за певний період;

- автоматизувати оброблення даних для розподілу працівників, обліку праці та заробітної плати, витрат матеріалів та переоцінки вартості послуг;

- переносити застарілі документи до архіву та створювати різноманітні документи для друку, зокрема прайс-листи, відомості про заробітну плату та витрати матеріалів.

Надавати відомості про автора програми та її призначення.

- 1) накопичувати інформацію про продукцію, прейскуранти матеріалів і робіт, а також список працівників за бригадами та таблиць виконаних робіт;

- 2) виводити дані користувачам за їх запитамі, включаючи пошук за номером та типом продукції, сортування працівників за бригадами та вибірку продукції для виконання за певний період бригадами, сумарну вартість виконаних робіт співробітником та бригадою за зазначений період; побудову діаграма вартості виконаних робіт.

Автоматизація оброблення даних для розподілу працівників за бригадами, обліку праці та заробітної плати, витрат матеріалів та переоцінки вартості послуг (зміна ціни матеріалу або роботи, зміна ціни групи товарів застосуванням коефіцієнта).

Передавання застарілих документів до архіву (відомість за минулий копіюють у архів і видаляють із поточної бази даних) та створення й друк різноманітних документів для друку, зокрема прайс-листи, відомості про заробітну плату та витрати матеріалів.

Надання відомостей про автора програми та її призначення.

Завдання 4. Дистанційне навчання

Заклад вищої освіти організовує дистанційне платне навчання для здобувачів вищої освіти. Студенти мають можливість вибрати і оплатити курси за окремі предмети, для кожного студента призначають викладача-консультанта, який установлює індивідуальний розклад навчання (терміни виконання контрольних робіт, дати складання іспитів). Університет забезпечує студента необхідною методичною літературою та консультаціями. У процесі навчання беруть участь студент, викладачі-консультанти, деканат та бухгалтерія.

4.1. Модуль «Робота зі студентами»

Необхідно автоматизувати контроль за розкладом навчання, що складають у деканаті.

Щомісячно в деканаті підбивають підсумки успішності, групуючи студентів та предмети, виокремлюють також тих студентів, які відстають в успішності. У кінці семестру для кожного студента готують персональний звіт про складання іспитів та заліків.

Програмне забезпечення автоматизованого робочого місця менеджера деканату повинне дозволяти:

1. Зберігання впродовж усього терміну навчання персональної інформації про кожного студента, його успішність із кожного предмета і розподіл студентів за групами; зберігання розкладу навчання групи, переліку вибраних навчальних послуг упродовж навчального року.

2. Виведення у зручному форматі даних за такими запитами користувача:

– пошук студента за прізвищем або номером залікової книжки;

– пошук даних про успішність студента за поточний навчальний рік і за весь період навчання;

– пошук студентів, які мають заборгованості з начальних дисциплін;

– діаграми успішності навчання студентів за предметами;

– подання кількості студентів за групами;

– середній бал за групами та предметами.

3. Автоматизація оброблення інформації за такими операціями:

– оформлення нового студента;

– коригування відомостей про студента та його успішність;

– надання довідкової інформації про освітні послуги;

– створення особистого звіту про успішність;

– архівування застарілих даних (дані про відрхованих студентів копіюють в архів і видаляють з активної БД).

4. Друк документів: перелік платних послуг, діаграма середньої успішності, список студентів за групами, звіт про успішність студентів за групами і предметами.

5. Виведення інформації про автора та призначення АРМ.

4.2. Модуль «Робота з викладачами»

Менеджер розподіляє викладачів-консультантів між групами студентів залежно від предметів, які вивчають, та кількості навчальних послуг, що надають. На кінець місяця інформацію про надані навчальні послуги передають у бухгалтерію (окремо для викладачів та студентів).

АРМ менеджера має такі можливості:

1. Зберігання інформації про викладачів, фаховий довідник кожного викладача (які предмети він може викладати), перелік навчальних послуг, упродовж навчального року – графік роботи викладачів.

2. Виведення у зручному форматі даних за такими запитамі користувачів:

– пошук конкретного викладача за прізвищем або номером;

– вибірка всієї інформації про навчальні послуги з сортуванням за предметами й викладачами;

– розрахунок вартості наданих послуг, наданих викладачем упродовж певного періоду;

– діаграма вартості послуг із предметів упродовж року;

– надання інформації про кількість предметів кожного викладача;

– демонстрування сумарної вартості послуг від викладачів за семестрами.

3. Автоматизація оброблення інформації за такими бізнес-операціями:

– прийняття на роботу або звільнення викладача;

– введення інформації про навчальні послуги з групуванням за предметами;

– створення та коригування графіків роботи викладачів;

– формування щомісячного звіту про надані навчальні послуги кожним із викладачів;

– оновлення інформації про вартість навчальних послуг (наприклад, про підвищення ціни на послуги з конкретного предмета на X грн).

Передавання даних до архіву (графіки роботи викладачів за минулий рік копіюють в архів і видаляють з поточної бази даних).

Виведення документів на друк: графіки роботи викладачів; звіти про надані навчальні послуги кожним викладачем; діаграми вартості наданих послуг із предметів; список викладачів з інформацією про надані послуги.

5. Виведення інформації про автора та призначення програми.

4.3. Модуль «АРМ викладача»

Викладач складає та підтримує автоматизовану базу завдань для самостійної роботи, а також щотижня оновлює журнал успішності для кожного студента, реєструючи видані завдання, результати контролю (оцінки), терміни видавання та приймання завдань.

АРМ викладача надає такі можливості:

1. Зберігати: типові завдання різних курсів; журнал успішності, який містить оцінки за кожним завданням для кожного студента; списки студентів; розклади роботи викладачів.

2. Виводити дані у зручному форматі згідно з такими запитами користувача:

- пошук типових завдань за певним предметом;
- відображення всіх завдань за певним предметом із сортуванням за середнім балом студентів;
- відображення інформації про успішність за завданнями, виданими конкретній групі впродовж певного періоду;
- підрахунок вартості наданих послуг для кожного викладача та кожного предмета;
- побудова діаграми з вартості наданих освітніх послуг із групуванням за предметами.

3. Автоматизація оброблення даних у разі таких операцій:

- створення (додавання та зміна) бази типових завдань для кожного предмета;

- облік успішності (дата та оцінка) та фіксація в журналі успішності;

- редагування навчального плану (додавання нових предметів, видалення застарілих предметів та завдань до них);

- аналіз успішності за кожним предметом, виявлення складних завдань (які не виконали більшість студентів);

- архівація застарілих документів (журнал успішності за минулий рік копіюють в архів та видаляють з поточної бази даних).

4. Виведення на друк таких документів:

- журнал успішності за кожним предметом із групуванням даних щодо студентів;

- список типових завдань для кожного предмета;

- розклад занять для визначеного викладача;

- побудова діаграм.

5. Подання інформації про автора та призначення програми.

Завдання 5. Автоматизація канцелярської роботи установи

Управління офісом установи організовує обіг документів вхідних, вихідних, внутрішньої організаційно-розпорядчої документації. До листування відносять листи, телеграми, факси, електронні листи. Кожен документ може бути зареєстрований. В управлінні підтримується каталог підрозділів установи і каталог організацій, із якими ведуть листування.

На кожен документ може бути заведена реєстраційна картка. Створено довідники підрозділів установи та організацій, з якими ведуть листування.

Здійснюють регулярний аналіз обсягів документообігу (кількість документів за період часу або за адресою).

5.1. Модуль «Зовнішнє листування»

Один із працівників реєструє зовнішнє листування в спеціальному журналі й передає його за призначенням.

АРМ цього працівника повинно мати такі можливості:

1) зберігати інформацію про кожен вид зовнішнього листування; зберігати довідники підрозділів і зовнішніх адресатів;

2) виводити дані у зручному форматі згідно з запитам користувачів:

– пошук інформації про певний тип листування за реєстраційним номером;

– вибірка даних про всі вхідні документи, отримані впродовж певного проміжку часу, з групуванням за адресатами;

– вибірка даних про документи кожного зовнішнього адресата;

– розрахунок обсягу листування (кількість вхідних та вихідних документів), із групуванням за адресатами і за містами;

– побудова діаграми (кількість вхідних і вихідних документів за місяцями);

3) автоматизувати оброблення інформації бізнес-операцій:

– реєстрація листування (введення даних про відправлені листи та ті, що надійшли);

– ведення довідника зовнішніх адресатів (введення і коригування даних);

– аналіз обсягів документообігу (створення відповідних діаграм і звітів);

– передавання застарілого листування до архіву (записи реєстрації зовнішнього листування за минулий рік копіюють в архів і видаляють з поточної бази даних);

– виведення документів на друк: телефонний каталог зовнішніх адресатів, упорядкований за містами та алфавітом, звіт про обсяги листування, діаграми;

– виведення інформації про розробника й призначення програми.

5.2. Модуль «Внутрішнє листування»

Працівник канцелярії реєструє накази та розпорядження керівництва, передає їх до виконавців, відзначає терміни виконання й інформує керівництво про результати виконання. Створюють список заходів щодня з терміном виконання, що завершується.

АРМ для співробітника канцелярії повинна мати такі можливості:

1) зберігати необхідну інформацію про кожен вид внутрішнього листування; зберігати каталог підрозділів підприємства і зведення про виконання наказів і розпоряджень;

2) у зручному форматі виводити дані згідно з такими запитами користувача:

– пошук відомостей про конкретний відділ за назвою або номером;

– вибірка внутрішніх документів із сортуванням за відділами та датами отримання;

– вибірка даних про невиконані накази зі списком відділів-порушників на поточну дату («чорний список»);

– побудова діаграми – розрахунок кількості невиконаних або несвоєчасно виконаних наказів за кожним відділом упродовж року;

– визначення підрозділу з максимальною кількістю невиконаних наказів за місяць / рік);

3) автоматизувати оброблення інформації за такими бізнес-операціями:

– видавати довідки про внутрішніх кореспондентів (введення, редагування та виведення даних);

– реєструвати внутрішні документи (введення та редагування документів зі сортуванням за відділами);

– контролювати виконання (позначка про виконання документа; щоденне формування списків заходів;

4) друк вихідних документів – телефонний каталог підрозділів; діаграма документів, що виконані, аналіз документообігу;

5) показ інформації про розробника та призначення програми.

Завдання 6. Житловий кооператив

Декілька багатоквартирних будинків об'єднані в житловий кооператив. Деякі мешканці мають пільги з оплати послуг. Комунальні організації (Міськгаз, Водоканал та ін.) надають дані про платників, які мають заборгованості, ця інформація відображається у відомості оплати послуг.

6.1. Модуль «АРМ паспортистики»

Паспортистка кооперативу веде облік мешканців, включаючи список осіб, які мають пільги з оплати комунальних послуг. Вона також надає мешканцям довідки про склад сім'ї та площу житла.

ПЗ АРМ паспортистики має такі можливості:

1) ведення БД про мешканців, квартири та пільговиків;

2) виведення у зручному форматі звітів за такими запитами користувачів:

– пошук зазначеного мешканця за прізвищем або номером квартири;

– пошук усіх мешканців, які живуть у певному будинку, з упорядкуванням за номерами квартир;

– пошук квартир із кількістю мешканців, що перевищує задану;

– створення діаграми розподілу мешканців за квартирами;

– здійснення розрахунків середньої житлової площі (площа на 1 мешканця в кожній квартирі);

– закріплення пільговиків за квартирами та видами пільг;

3) автоматизація оброблення інформації для таких бізнес-операцій:

– прописування нових мешканців і коригування даних про мешканців, визначення власників житла;

– виписування мешканця (реєстраційні дані про мешканця копіюють в архів і видаляють з поточної бази даних);

– обмін квартирами (зміна власників житла);

– оновлення даних про отримані пільги, які надають конкретному мешканцю;

– видавання довідок власникам житла та мешканцям кооперативу;

4) забезпечення друку: список квартир та кількості мешканців; довідка про склад сім'ї; діаграма розподілу пільговиків за квартирами і за видами пільг.

5) наявність в системі інформації про розробника й призначення програми.

6.2. Модуль «АРМ бухгалтера»

Бухгалтер видає квитанції на оплату комунальних послуг для кожної квартири, включаючи опалювання, водопостачання, газопостачання, радіо та інші послуги. Щомісячно складають загальну відомість про оплату комунальних послуг для всього кооперативу з розрахунком сум за кожен вид послуг. Для створення довідок бухгалтер використовує довідкову інформацію про поточні тарифи та знижки різним категоріям мешканців, що мають пільги.

Кооператив створює різні документи (наприклад, списки мешканців за різними категоріями пільг). Серед використовуваних документів:

– квитанція з оплати комунальних послуг;

– відомості оплати наданих послуг за місяць, рік;

- паспорт, свідоцтво про народження, військовий квиток, довідка про пільги;
- список мешканців, що мають борги зі сплатування комунальних послуг.

Завдання 7. Моніторинг закупівельних цін підприємства

Підприємство здійснює закупівлі матеріалів для виготовлення своєї продукції у різних постачальників. Деякі з них приймають оплату у вигляді готової продукції, тоді як інші отримують гроші. Головне завдання моніторингу – аналіз цін на матеріали та вибір оптимальних постачальників, порівняння ринкових цін та географічного розташування постачальників, включаючи витрати на доставку.

7.1. Модуль «АРМ маркетолога»

Модуль «АРМ маркетолога» відділу маркетингу забезпечує ефективний моніторинг закупівель матеріалів для виробництва продукції. Програмне забезпечення АРМ дозволяє:

1. Зберігати дані про постачальників матеріалів, укладені договори та інформацію про транспортні витрати, ураховуючи географічне розташування постачальників.

2. Виводити інформацію за різними запитами користувачів у зручному форматі:

- пошук постачальника за назвою або його обліковим номером;

- пошук даних про постачальників у заданому місті, виведення відсортованого списку;

- створення списку постачальників заданої категорії товарів, які можуть надати затребувану кількість товарів за ціною, що не перевищує зазначену в запиті;

- створення діаграми з розподілом постачальників за містами;

- розподіл сумарної вартості поставлених матеріалів за постачальниками;

– список фактичної вартості поставок, згрупований за постачальниками та видами матеріалів.

3. Автоматизувати бізнес-операції, такі як:

– оформлення договору з постачальником;

– коригування відомостей про постачальника;

– припинення контактів із заданим постачальником (видалення інформації з бази даних, перенесення в архів);

– пошук найкращого постачальника для кожної категорії товарів.

4. Друк: договорів про постачання товарів, списків товарів із розподілом за постачальниками, списків фактичної вартості поставок, річного звіту з підсумковими проміжними значеннями вартості поставок за постачальниками.

5. Наявність інформації про розробника й призначення програми.

7.2. Модуль «АРМ постачальника»

Модуль «АРМ постачальника» відділу постачання дозволяє вести облік та моніторинг реально зроблених закупівель матеріалів. Відомості про потребу в закупівлях матеріалів створюють у відділі на підставі плану виробництва та даних про запаси матеріалів на складі.

Програмне забезпечення АРМ дозволяє:

1. Зберігати дані щодо виконаних поставок на основі договорів та планів закупівель, а також інформацію про запаси матеріалів на складі та ліміти для кожного типу матеріалу.

2. Надавати зручний доступ користувачам для отримання результатів пошукових запитів:

– пошук матеріалів за номером картки складського обліку, назвою або його кодом;

– відображення інформації про матеріали, що були доставлені впродовж заданого періоду, упорядковані за датою поставки;

- розрахунок щомісячної потреби в кожному матеріалі з урахуванням наявності на складі та норми запасу цього матеріалу;

- побудова діаграм із динамікою вартості закупівель за місяцями року;

- отримання загальної вартості матеріалів за зазначеним рахунком-фактурою;

- відображення закупівель матеріалів за їх типами та місяцями року у вигляді перехресної таблиці.

3. Автоматизувати бізнес-операції, такі як:

- ведення реєстру закупівель матеріалів, що передбачає введення даних про кожну здійснену закупівлю;

- формування щомісячного плану закупівель матеріалів;

- оновлення бази даних – зміна норм запасів для всіх матеріалів на значення встановленого відсотка;

- видалення неактуальної інформації (минулорічні плани копіюють в архів і видаляють із поточної бази даних).

4. Друкувати відомість про потребу в матеріалах на зазначений місяць, діаграму, що показує розподіл закупівель матеріалів за їх типами та місяцями року; список усіх матеріалів.

5. Наявність інформації про розробника й призначення програми.

Завдання 8. Облік медичних послуг

Лікарня пропонує невеликий спектр послуг на платній основі. Облік платних послуг здійснюють: бухгалтерія, працівник реєстратури та медичний персонал, який надає ці послуги.

8.1. Модуль «Реєстратура»

Облік пацієнтів здійснюють у такій послідовності: на пацієнта оформлюють історію хвороби, де зазначають прізвище, рік народження, номер страхового поліса, адресу,

інші загальні відомості. Співробітник реєстратури формує, друкує й щодня закріплює на дошці оголошень статистичну інформацію про хворих стаціонару (показання температури, номер палати). Після виписування пацієнта в реєстратурі готують і видають йому листок непрацездатності та виписку з історії хвороби.

Програмне забезпечення АРМ реєстратора повинно дозволяти:

1) зберігати впродовж року необхідну інформацію про кожного пацієнта і виписані листки непрацездатності; зберігати довідки про зайнятість місць у кожній палаті.

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

– пошук пацієнта за його прізвищем або номером страхового поліса; вибірка всіх даних про пацієнтів, які зараз проходять лікування, із сортуванням за палатами та абеткою;

– вибірка даних про вільні місця на поточний день, із сортуванням за палатами; діаграма – щоденна кількість прийнятих і виписаних пацієнтів; розрахунок кількості пацієнтів за палатами; завантаження ліжко-місць за палатами і місяцями (перехресний);

3) автоматизувати оброблення інформації в разі таких бізнес-операцій:

– прийняття нового хворого (введення нового запису в історії хвороби, розподіл в палату);

– виписування хворого (формування листка непрацездатності, звільнення місця в палаті);

– щоденна видача довідок про стан хворих (звіт про стан хворих на поточний день);

– зміна плану лікарні (введення даних про ліжко-місця, зміна кількості місць у палатах);

– передавання застарілих документів до архіву (листки непрацездатності за минулий фінансовий рік повинні бути скопійовані в архів і видалені з поточної БД);

4) виводити такі документи на друк – довідка про стан хворих, листок непрацездатності, виписка з історії хвороби;

5) виводити відомості про автора і призначення програми.

8.2. Модуль «Робота медичного персоналу»

Лікар установлює діагноз, призначає лікування, виписує рецепти ліків і відображає ці дані в історії хвороби. Медичний персонал, керуючись призначеннями лікаря, виконує лікувальні процедури.

ПЗ АРМ медичного персоналу повинно дозволяти:

1) зберігати необхідну інформацію про лікування кожного пацієнта, преїскурант платних послуг, інформацію про розподіл пацієнтів за палатами; список медичного персоналу;

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

– пошук історії хвороби пацієнта, який прийшов на прийом;

– вибірка назви, вартості й довідки про ліки та послуги, які можуть бути рекомендовані за заданого діагнозу, сортування за збільшенням вартості;

– вибірка даних про лікування пацієнта, заданого за прізвищем;

– розрахунок загальної кількості хворих, які отримали допомогу за рік;

– розрахунок кількості хворих, яких гостіпалізували, із групуванням за діагнозом і за місяцями року (перехресний);

– діаграма – середня температура у хворих у палатах лікарні;

3) автоматизувати оброблення інформації у разі таких бізнес-операцій:

– призначення лікування хворому (введення даних про призначення платних послуг, П. І. П/б лікаря, що призначив лікування);

– виписування рецепту на ліки (оформлення рецепту);

– проведення лікування (виведення довідки про призначене лікування і введення відмітки про проведення процедури або приймання ліків);

– передавання застарілих документів до архіву (видалення заданих медичних препаратів і послуг із преїскуранта в архів);

– складання аналітичного звіту про динаміку захворюваності за місяцями року;

4) виводити на друк документи – преїскурант, рецепт, звіт про динаміку захворюваності; звіт за діагнозами і місяцями року;

5) виведення відомостей про автора й призначення програми.

8.3. Модуль «Облік платних медичних послуг у бухгалтерії»

У кінці лікування співробітник бухгалтерії складає рахунок на оплату лікування і передає його до страхової компанії. Щомісячно складають довідку про надання платних послуг із групуванням даних за відділеннями лікарні. ПЗ АРМ бухгалтера з обліку медичних послуг повинно дозвояти:

1) зберігати список відділень лікарні, список медичного персоналу, історії хвороби;

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

– пошук даних про зазначений медичний препарат;

- вибірка всіх відомостей для формування щомісячної відомості надання платних послуг із сортуванням за пацієнтами;

- вибірка всіх відомостей для формування рахунка на сплату за лікування хворого, заданого в пошуку;

- розрахунок вартості лікування пацієнта, заданого в пошуку, на день виписування з лікарні;

- розрахунок сумарної річної вартості наданих послуг з групуванням за типом послуг і за місяцями (перехресний);

- діаграма – динаміка сумарної вартості послуг за місяцями облікового року;

3) автоматизувати оброблення інформації в разі таких бізнес-операцій:

- ведення списку медичного персоналу (введення й коригування списку медичного персоналу);

- ведення прейскурантів (введення й коригування даних про вартість ліків і послуг);

- виписування рахунка на оплату лікування пацієнта, заданого в пошуку (формування й перегляд рахунка);

- щомісячна звітність (формування відомості надання платних послуг за встановленою формою);

- передавання застарілих документів до архіву (старі прейскуранти повинні бути скопійовані в архів і видалені з поточної БД, в архіві необхідно зазначити дату копії прейскуранта);

4) виводити такі документи на друк – рахунок на сплату, відомість, діаграма, звіт про сумарну вартість послуг із групуванням за місяцями і видами;

5) виводити відомості про автора й призначення програми.

Завдання 9. Збут готової продукції підприємства згідно з договорами

Підприємство виготовляє товари народного споживання і збуває їх згідно з договорами із замовниками. У обліку беруть участь співробітники відділу збуту (групи маркетингу та договорів), експедиція, бухгалтерія.

9.1. Модуль «АРМ маркетолога»

Група маркетингу публікує рекламу та прайс-листи готової продукції, шукає можливих замовників на ринку, вивчає попит на продукцію свого підприємства та фірм-конкурентів за наслідками збуту; збирає заявки від потенційних замовників.

Програмне забезпечення АРМ повинне дозволяти:

1) зберігати дані про можливих і реальних замовників, про укладені з ними договори, про заявки на товари; а також рекламні відомості про готову продукцію й аналогічну продукцію конкурентів.

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

- пошук інформації про підприємство за ППН;
- вибірка даних про підприємства-замовники і конкурентів для заданого виду продукції;
- вибірка заявок на продукцію із сортуванням за замовниками і видами продукції;
- діаграма – кількість заявок за рік на різні види продукції;
- розрахунок сумарної вартості заявок за рік із розподілом за замовниками;
- дані про сезонне (зима – весна – літо – осінь) коливання попиту на продукцію для різних видів продукції (перехресний);

3) автоматизувати оброблення інформації в разі таких бізнес-операцій:

- збір заявок на продукцію (введення даних про замовника й договір, заявку);

- збір інформації про конкурентів (введення та зміна прайс-листів конкурентів);
 - формування прайс-листів і публікація реклами про свою продукцію;
 - відхід конкурента з ринку (видалення даних про підприємство та його продукцію);
 - розіграш призів серед 3 найкращих клієнтів (із максимальною річною сумою замовлень);
- 4) виводити такі дані на друк – прайс-лист продукції, буклети з рекламою продукції; діаграма, таблиця сезонного коливання попиту;
- 5) виводити відомості про автора й призначення програми;

9.2. Модуль «АРМ менеджера щодо ведення договорів із замовниками»

Менеджер щодо ведення договорів укладає договори із замовниками, інформує про замовлення виробничий відділ, передає наказ-накладну на відвантаження готової продукції в експедицію. Програмне забезпечення АРМ повинне дозволяти:

- 1) зберігати дані про укладені договори, про замовників, прайс-листи продукції, копії накладних на відвантаження;
- 2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:
 - пошук інформації про заданий вид продукції за назвою або номенклатурним номером; вибірка даних про товари, на які складено договори впродовж заданого періоду з сортуванням за датою заявки;
 - щомісячний розрахунок необхідної кількості продукції кожного виду відповідно до заявок клієнтів;

– діаграма – сумарна вартість заявок за видами продукції; розрахунок сумарної вартості продукції за заданим наказом-накладною; дані про вартість замовлень за видами продукції та замовниками (перехресний);

3) автоматизувати оброблення інформації у разі таких бізнес-операцій:

– формування, коригування та виведення договору із замовником;

– виконання заявки (введення даних про виконане замовлення, оформлення наказу-накладної);

– щомісячне формування звітності про замовлену продукцію для виробничого відділу;

– зміна ціни всієї продукції на заданий відсоток;

– видалення застарілої інформації (виконані заявки за минулий рік архівують і видаляють із поточної БД);

4) виводити такі дані на друк – довідник замовників, договір на постачання продукції, наказ – накладна, щомісячна відомість замовлень для виробничого відділу;

5) виводити відомості про автора й призначення програми.

Завдання 10. Відділення страхової компанії

Страхова компанія укладає договори страхування з фізичними і юридичними особами. У процесі укладення договору перевіряють наявність попередніх договорів, випадки страхових виплат, розраховують поправки до тарифної ставки страхування. Тому ІС повинна тривалий час зберігати відомості про укладені договори і видавати необхідні документи й довідки. У разі настання страхової події розраховують відшкодування збитку, перераховують або припиняють договір страхування.

10.1. Модуль «АРМ страхового агента»

Кожен договір веде призначений співробітник (агент), який отримує комісійні від суми договору. Агент знаходить

клієнтів, укладає з ними договір страхування, переоформляє договір після закінчення терміну страхування, розраховує збиток у разі настання страхового випадку, складає звіти про свою роботу і передає їх у бухгалтерію.

Програмне забезпечення АРМ повинно дозволяти:

1) зберігати дані про клієнтів, про укладені з ними договори, довідники для розрахунку суми відшкодування збитку і страхового внеску залежно від типу й терміну страхування;

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

– пошук клієнта та його договорів за номером паспорта або номером договору; вибірка даних про клієнтів, що уклали договори на страхування нерухомості вартістю більше 1 млн грн;

– вибірка списку клієнтів, договори яких закінчуються в кінці поточного року, із сортуванням за датою договору;

– діаграма – кількість договорів за видами страхування;

– розрахунок сумарної вартості укладених договорів для певного агента впродовж заданого періоду часу з розподілом за видами страхування;

– вартість укладених договорів за видами страхування і місяцями року (перехресний);

3) автоматизувати оброблення інформації у разі таких бізнес-операцій:

– укладення договору з новим клієнтом (введення даних про клієнта та договір, виведення друкарської копії договору);

– розрахунок суми відшкодування збитку;

– переоформлення заданого договору (зміна даних про суму страхового внеску);

– архівація в кінці року (видалення в архів даних про виконані та непродовжені договори і клієнтів);

– формування щомісячних звітів про роботу;

4) виводити такі дані на друк – договір страхування, список клієнтів для кожного агента; аналіз розподілу договорів за видами страхування та місяцями, звіт агента про роботу за місяць;

5) виводити відомості про автора й призначення програми.

10.2. Модуль «АРМ бухгалтера з обліку роботи страхових агентів»

Бухгалтер веде облік роботи агентів і нараховує їм заробітну плату відповідно до отриманих комісійних. Програмне забезпечення АРМ повинно дозволяти:

1) зберігати дані про укладені договори, про агентів і умови їх роботи (комісійні), про нараховану щомісячно заробітну плату;

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

– пошук інформації про заданого агента за його П. І. П/б або особистим кодом;

– вибірка даних про договори з упорядкуванням за агентами та місяцями; щомісячний розрахунок заробітної плати агентів;

– діаграма – вартість укладених договорів агентами;

– розрахунок сумарної вартості заробітної плати за рік; розподіл заробітної плати агентів за місяцями (перехресний);

3) автоматизувати оброблення інформації за такими бізнес-операціями:

– щомісячне формування, коригування та виведення відомості заробітної плати;

– перевірка звіту агента (порівняння звіту з договорами);

– зміна відсотка комісійних для заданого агента або для всіх агентів на заданий відсоток;

– видалення застарілої інформації (відомості за минулий рік архівують і видаляють із поточної БД);

4) виводити такі дані на друк – відомість заробітної плати за місяць; список агентів, контракт із агентом, діаграма;

5) виводити відомості про автора й призначення програми.

Завдання 11. Інформаційно-довідкова система туристичної агенції

Туристична агенція надає клієнтам дані про наявні тури (місце, вартість, сервіс, тривалість), оформляє туристичні путівки (договори), ураховує роботу турагентів і виплачує їм заробітну плату. Бухгалтерія оформляє путівки, ураховує кошти, веде список турагентів.

11.1. Модуль «АРМ страхового агента»

Кожен договір веде призначений співробітник (тур-агент), який отримує комісійні від суми угоди. Угода може бути укладена на декілька однотипних путівок. Турагент знаходить клієнтів, укладає з ними угоди, надає рекламну інформацію про тури. У кінці місяця він складає звіт про роботу для бухгалтерії.

Програмне забезпечення АРМ повинно дозволяти:

1) зберігати дані про клієнтів, про укладені з ними угоди, довідники турів;

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

– пошук заданого клієнта та його угоди за номером паспорта або номером угоди;

– вибірка даних про тури в задану країну з ціною в зазначених межах;

– вибірка списку клієнтів, які купили путівки в задану країну на заданий місяць;

– діаграма – кількість проданих путівок із групуванням за країнами;

– розрахунок сумарної вартості угод і суми комісійних для заданих агента та місяця;

– кількість укладених угод за країнами та місяцями року (перехресний);

3) автоматизувати оброблення інформації в разі таких бізнес-операцій:

– укладення угоди з новим клієнтом (введення даних про клієнта та угоду, виведення друкарської копії договору);

– формування щомісячних звітів про роботу;

– коригування угоди з клієнтом (зміна даних про кількість путівок);

– зміна даних про вартість турів у задану країну, наприклад, зниження ціни на 10 % у США;

– архівація в кінці року (видалення в архів даних про виконані договори);

4) виводити такі дані на друк – угоду з клієнтом, звіт агента за місяць, список клієнтів для заданого агента;

5) виводити відомості про автора та призначення програми.

11.2. Модуль «АРМ бухгалтера з обліку роботи турагентів»

Бухгалтер веде облік роботи агентів і нараховує їм заробітну плату відповідно до комісійних.

Програмне забезпечення АРМ повинно дозволяти:

1) зберігати дані про укладені угоди, про агентів і умови їх роботи (комісійні), про нараховану щомісячно заробітну плату;

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

– пошук інформації про заданого агента за його П. І. П/б або особистим кодом;

– вибірка даних про угоди з упорядкуванням за агентами та місяцями; щомісячний розрахунок заробітної плати агентів;

– діаграма – вартість укладених угод агентами;

– розрахунок сумарної заробітної плати за рік;

– розподіл зарплати агентів за місяцями (перехресний);

3) автоматизувати оброблення інформації у разі таких бізнес-операцій:

– щомісячне формування, коригування та виведення відомості заробітної плати;

– перевірка звіту агента (порівняння звіту з угодами);

– зміна вартості всіх турів на заданий відсоток;

– видалення застарілої інформації (відомості за минулий рік архівують і видаляють із поточної БД);

4) виводити такі дані на друк – відомість заробітної плати за місяць; список агентів, контракт із агентом, діаграма;

5) виводити відомості про автора й призначення програми.

Завдання 12. Інформаційно-довідкова система на залізничному транспорті

ІДС повинна видавати довідки для пасажирів і працівників залізничного вокзалу. Пасажири цікавляться наявністю й вартістю квитків на певний потяг, розкладом відправлення та прибуття потягів. Працівники довідкової служби інформують пасажирів про час відправлення та прибуття потягів, що відхилилися від розкладу.

12.1. Модуль «АРМ касира»

Працівники каси вводять інформацію про продаж квитків, відмічають зайняті місця, оформляють проїзні документи, інформують пасажирів про наявність і вартість квитків.

Щодня формують список непроданих місць за кожним маршрутом.

Програмне забезпечення АРМ повинне дозволяти:

1) зберігати дані про продані квитки (дані про пасажера, маршрут, місце, час відправлення), довідники пільг для різних категорій пасажирів, інформацію про непродані квитки, про розклад руху потягів;

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

– пошук проданого квитка за П. І. П/б пасажера або номером квитка;

– вибірка даних про непродані квитки на заданий маршрут, із заданими параметрами місця;

– вибірка списку пасажирів, які купували квитки на заданий проміжок часу;

– діаграма – кількість проданих квитків за маршрутами;

– розрахунок сумарної вартості проданих квитків за днями місяця чи тижня, кількість проданих квитків за маршрутами і місяцями року (перехресний);

3) автоматизувати оброблення інформації в разі таких бізнес-операцій:

– продаж квитка (введення даних про клієнта, продане місце, номер потяга, виведення друкарської копії квитка);

– формування щоденної інформації про продані й непродані квитки;

– коригування вартості проїзду (групова зміна цін на квитки із заданим коефіцієнтом);

– регулярна публікація даних про наявність місць на кожен потяг;

– щомісячна архівація застарілих даних (видалення в архів даних про продані квитки);

4) виводити такі дані на друк – квиток, довідка про наявність місць; розклад руху потягів, діаграма.

5) виводити відомості про автора й призначення програми.

12.2. Модуль «АРМ чергового вокзалу»

Група розкладу підтримує в актуальному стані розклад руху потягів. Черговий вокзалу з допомогою розкладу інформує пасажирів про час прибуття та відправлення потягів. Програмне забезпечення АРМ повинне дозволяти:

1) зберігати дані про розклад руху потягів, про відхилення від розкладу; про наявність місць на потяги впродовж місяця;

2) виводити у зручній формі дані за такими запитами користувача:

– пошук інформації про прибуття заданого потяга за його номером;

– вибірка даних про всі потяги, що прибувають або відправляються в заданий проміжок часу (наприклад, у поточний день з 10-ї до 11-ї години);

– розрахунок часу прибуття та відправлення заданого потяга з урахуванням відомої затримки;

– діаграма – середня кількість потягів, що проходять через визначений пункт, за годинами доби;

– розрахунок кількості потягів за кожним напрямком;

– розподіл кількості непроданих квитків за маршрутами й числами місяця (перехресний);

3) автоматизувати оброблення інформації у разі таких бізнес-операцій:

– регулярне оновлення поточного розкладу (коригування очікуваного часу прибуття та відправлення потяга, введення номера шляху);

– аналіз завантаження вокзалу за часом доби;

– видалення з розкладу в архів усіх потягів, що прямують за заданим маршрутом;

– зміна часу відправлення та прибуття всіх потягів у зв'язку з переходом на літній (зимовий) час;

4) виводити такі дані на друк – розклад руху потягів, діаграма, розподіл непроданих квитків (перехресний), список рейсів, що прибувають або відправляються з групуванням за напрямками;

5) виводити відомості про автора та призначення програми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аршинова О. І., Шевченко А. В. Системний аналіз : навч. посіб. Київ : НАУ, 2008. 128 с.
2. Теорія систем і системний аналіз : навч. посіб. / О. А. Балтовський та ін. Одеса : РВВ ОДУВС, 2021. 156 с. URL : <https://dspace.oduvs.edu.ua/items/fe031d77-2202-432b-8b0b-533bc62ae6>.
3. Бордюженко О. М. Основи системного аналізу : Ітерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне : НУВГП, 2008. 113 с. URL: https://ep3.nuwm.edu.ua/10346/1/Посібник_Основи%20системного%20аналізу%20С2.pdf.
4. Бродський Ю. Б., Молодецька К. В. Інформатика і системологія : навч. посіб. Житомир : ЖНАЕУ, 2014. 244 с. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/2469>.
5. Бродський Ю. Б., Молодецька К. В., Николюк О. М. Системний аналіз в економіці : навч. посіб. Житомир, 2014. 173 с. URL: https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/09/Systemnuy_analiz_v_economitsi.pdf.
6. Системний аналіз інформаційних процесів : навч. посіб. / В. М. Варенко та ін. Київ : Університет «Україна», 2013. 203 с. URL: <http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/saip.pdf>.
7. Грицюк П. М., Джоші О. І., Гладка О. М. Основи теорії систем і управління : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2021. 272 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/20653/1/Основи%20теорії%20систем%20і%20управління.pdf>.
8. Дудник І. М. Вступ до загальної теорії систем. Київ : Кондор, 2009. 205 с. URL: <https://duikt.edu.ua/ua/lib/1/category/2132/view/1142>.
9. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Основи системного аналізу. Київ: ВHV, 2007. 544 с. URL: https://duikt.edu.ua/uploads/1_1138_32546537.pdf.
10. Згуровський М. З., Померанцева Т. Н. Основи системного аналізу : підручник. Київ. 2015. 192 с.

11. Катренко А. В. Системний аналіз : підручник. Львів: Новий світ-2000, 2013. 396 с.
12. Оптимізаційні методи та моделі / К. Д. Костоглод, А. В. Калініченко, Н. М. Протас, Ю. В. Вакуленко. Полтава : РВВ ПДАА, 2015. 160 с.
13. Кричевський А. І. Основи системного аналізу : курс лекцій. НДУЕІ, 2009. 136 с.
14. Мазурок Т. Л., Яновський А. О. Системний аналіз: навчальний посібник. Одеса : ПНПУ, 2022. 250 с. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/15826/1/Mazurok%20T.%20L.pdf>.
15. Основи системного аналізу: навч. посіб. / О. Я. Ніконов та ін. Харків : ХНАДУ, 2013. 160 с.
16. Панкратова Н. Д. Системний аналіз: теорія та застосування : підручник. Київ : Вид-во «Наукова думка» НАН України, 2019. 352 с.
17. Пономаренко О. І. Системні методи в економіці, менеджменті та бізнесі. К. : Либідь, 2015. 240 с.
18. Прокопенко Т. О. Теорія систем і системний аналіз : навч. посіб. Черкаси : ЧДТУ, 2019. 139 с. URL: https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/986/1/TCICA_НП_Прокопенко.pdf.
19. Роїк О. М., Шиян А. А., Нікіфорова Л. О. Системний аналіз : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2015. 83 с. URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmib/32royik_systemnyj_analiz/txt/zmist.html.
20. Савченко В. М., Маций О. Б., Мнушка О. В. Системний аналіз та математичне моделювання у GNU Octave : навч. посіб. Харків : ХНАДУ, 2020. 128 с. ISBN 978-966-303-752-3. URL : <https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/2912>.
21. Системний аналіз : навч. посіб. / В. М. Тонконогий, В. О. Вайсман, Л. В. Бовнегра, Кіркопуло К. Г. Одеса : Нац.

ун-т «Одеська політехніка», 2022. 84 с. URL : <http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/12878>.

22. Федоров М. В. Системний аналіз : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 62 с. URL : <https://core.ac.uk/download/pdf/158567194.pdf>.

23. Федоров М. В., Хренов О. М. Інформатика і основи системного аналізу : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 62 с. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/49302/1/2016%20205Л%20Конспект%20лекцій%20Инф%20и%20ОСА%20%284%29%20.pdf>.

24. Швець С. В., Швець У. С. Основи системного аналізу : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2017. 126 с. URL: http://lib.sumdu.edu.ua/library/docs/rio /2017/Shvets_ analiz.pdf.

25. Шушура О. М., Шатохіна Н. К. Системний аналіз : навч. посіб. К. : Редакційно-видавничий центр Державного університету телекомунікацій, 2019. 63с. : іл. URL : <https://duikt.edu.ua/ua/lib/1/category/2138/view/2171>.

Електронне навчальне видання

Гриценко Костянтин Григорович,
Яценко Валерій Валерійович,
Братушка Сергій Миколайович

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА

Підручник

Художнє оформлення обкладинки К. Г. Гриценка
Редакторка Т. Г. Чернишова
Комп'ютерне верстання К. Г. Гриценка

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 19, 18. Обл.-вид. арк.15, 47.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Харківська, 116, м. Суми, 40007

Свідоцтво про внесення суб'єкта господарювання до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів та розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 8193 від 15.10.2024.