



П. І. Жежнич  
Р. О. Голощук

# ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

**П. І. Жежнич, Р. О. Голощук**

**ТЕХНОЛОГІЇ  
ІНФОРМАЦІЙНОГО  
МЕНЕДЖМЕНТУ**

**Навчальний посібник**

*Рекомендувала Науково-методична рада  
Національного університету “Львівська політехніка”*

Львів  
Видавництво Львівської політехніки  
2021

УДК 005:004(075.8)

Ж96

**Рецензенти:**

- Марковець О. В.,** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри соціальних комунікацій та інформаційної діяльності Національного університету «Львівська політехніка»;
- Думанський О. І.,** кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій Національного лісотехнічного університету України;
- Форкун Ю. В.,** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення Хмельницького національного університету

*Рекомендувала Науково-методична рада  
Національного університету «Львівська політехніка»  
як навчальний посібник для студентів спеціальності  
029 «Інформаційна, бібліотечна та архівна справа»  
(протокол № 60 від 08.12.2021 р.)*

**Жежнич П. І.**

- Ж96      Технології інформаційного менеджменту: навч. посібник /  
П. І. Жежнич, Р. О. Голощук. – Львів: Видавництво Львівської  
політехніки, 2021. – 260 с. – Режим доступу:  
<http://vlp.com.ua/files/tim.pdf> вільний. – Заголовок з екрана.  
ISBN 978-966-941-670-4

Окреслено комплекс теоретичних, методичних, технологічних та організаційно-практичних проблем з інформаційного менеджменту. Структура і зміст підручника відповідають програмі курсу для закладів вищої освіти. Навчальний посібник покликаний ознайомити із основними методами, моделями та засобами інформаційного менеджменту, поняттями інфодинаміки, методами оцінювання якості інформаційних систем та підходами до здійснення інформаційного маркетингу.

**УДК 005:004(075.8)**

© Жежнич П. І., Голощук Р. О., 2021  
© Національний університет  
Львівської політехніки, 2021

ISBN 978-966-941-670-4

# ЗМІСТ

|   |           |
|---|-----------|
| Список скорочень .....  | 6         |
| Вступ .....   | 8         |
| <b>Розділ 1. Поняття інформаційного менеджменту .....</b>                                       | <b>9</b>  |
| 1.1. Інформаційний менеджмент як окрема дисципліна.....   | 11        |
| 1.2. Поняття інформації та інформаційної системи.....   | 12        |
| 1.3. Класифікація інформаційних систем .....  | 23        |
| 1.4. Поняття інформаційного ресурсу та продукту.....  | 26        |
| 1.5. Завдання та цілі інформаційного менеджменту.....   | 31        |
| 1.6. Контрольні запитання .....   | 36        |
| <b>Розділ 2. Поняття інформаційного моделювання .....</b>                                       | <b>37</b> |
| 2.1. Поняття моделі і моделювання .....   | 37        |
| 2.2. Призначення моделей.....   | 40        |
| 2.3. Види моделей.....  | 41        |
| 2.4. Рівні моделювання .....  | 44        |
| 2.5. Моделі систем .....  | 48        |
| 2.6. Дискретні інформаційні моделі.....   | 53        |
| 2.7. Контрольні запитання .....   | 58        |
| <b>Розділ 3. Основні поняття інфодинаміки.....</b>  | <b>59</b> |
| 3.1. Базові поняття теорії інформації.....  | 61        |
| 3.2. Методи вимірювання інформації. Ентропія.....   | 62        |
| 3.3. Взаємодія систем через передавання інформації.....   | 66        |
| 3.4. Методика визначення ентропії та кількості зв'язної<br>інформації в складних системах ..... | 68        |
| 3.5. Загальні принципи інфодинаміки.....  | 73        |
| 3.6. Контрольні запитання .....   | 76        |
| <b>Розділ 4. Діаграми техніки інформаційного моделювання .....</b>                              | <b>77</b> |
| 4.1. Життєвий цикл інформаційної системи.....   | 80        |
| 4.2. Стандарт IDEF0.....  | 85        |
| 4.2.1. Синтаксис IDEF0 .....  | 87        |
| 4.2.2. Семантичні правила блоків і стрілок IDEF0.....   | 88        |
| 4.2.3. Види діаграм IDEF0.....  | 90        |
| 4.3. Стандарт IDEF1 .....   | 95        |
| 4.3.1. Розроблення інформаційної моделі IDEF1 .....   | 96        |
| 4.3.2. Фази створення інформаційної моделі IDEF1.....   | 98        |
| 4.4. Діаграми потоків даних DFD .....   | 104       |
| 4.4.1. Основні елементи діаграм потоків даних DFD.....  | 104       |
| 4.4.2. Побудова моделі системи за допомогою DFD.....  | 109       |

|   |            |
|---|------------|
| 4.4.3. Розширення діаграм потоків даних.....                                    | 112        |
| 4.5. Діаграми “сутність-взаємозв’язок” ERD.....                                 | 114        |
| 4.5.1. Основні елементи ER-діаграм в нотації Чена.....                          | 115        |
| 4.5.2. Основні елементи ER-діаграм в нотації Баркера.....                       | 118        |
| 4.5.3. Побудова моделі даних за допомогою ERD .....                             | 122        |
| 4.5.4. Розширення діаграм “сутність-взаємозв’язок”.....                         | 124        |
| 4.6. Контрольні запитання.....  | 129        |
| <b>Розділ 5. Джерела інформації.....</b>  | <b>131</b> |
| 5.1. Джерела та відправники інформації .....                                    | 132        |
| 5.2. Джерела та носії інформації.....   | 138        |
| 5.3. Джерела та споживачі інформації.....                                       | 140        |
| 5.3.1. Фактографічна інформаційна модель предметної області ..                  | 142        |
| 5.3.2. Об’єктна інформаційна модель предметної області.....                     | 145        |
| 5.3.3. Документальна інформаційна модель предметної області..                   | 151        |
| 5.3.4. Узагальнена інформаційна модель предметної області .....                 | 154        |
| 5.4. Контрольні запитання.....  | 154        |
| <b>Розділ 6. Основні моделі управління інформаційними системами.....</b>        | <b>156</b> |
| 6.1. Поняття планування.....  | 157        |
| 6.2. Модель планування потреб у матеріалах MRP.....                             | 160        |
| 6.2.1. Структура MRP-систем.....  | 162        |
| 6.2.2. Переваги та недоліки MRP-систем .....                                    | 167        |
| 6.3. Напрями подальшого розвитку методології MRP .....                          | 168        |
| 6.3.1. Планування потреб у матеріалах замкнутого циклу<br>Closed Loop MRP ..... | 169        |
| 6.3.2. Планування потреб у виробничих потужностях CRP .....                     | 169        |
| 6.4. Модель планування ресурсів виробничого<br>підприємства MRPII.....          | 173        |
| 6.4.1. Структура MRPII-системи .....  | 175        |
| 6.4.2. Переваги використання систем MRPII .....                                 | 177        |
| 6.5. Модель управління ресурсами підприємства ERP.....                          | 178        |
| 6.5.1. Переваги та недоліки ERP-систем.....                                     | 181        |
| 6.6. Інші моделі управління ресурсами підприємства.....                         | 186        |
| 6.6.1. Модель планування фінансових ресурсів FRP.....                           | 186        |
| 6.6.2. Модель управління відносинами з клієнтами CRM.....                       | 188        |
| 6.6.3. Модель синхронізованого з клієнтом планування<br>ресурсів CSRP.....      | 189        |
| 6.6.4. Модель планування поширення ресурсів DRP.....                            | 191        |
| 6.6.5. Модель управління логістичними ланцюжками<br>Supply Chain.....           | 192        |
| 6.7. Контрольні запитання.....  | 195        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Розділ 7. Принципи побудови корпоративних інформаційних систем</b> .....     | 196 |
| 7.1. Вимоги до корпоративних інформаційних систем.....                          | 198 |
| 7.2. Архітектура корпоративних інформаційних систем.....                        | 203 |
| 7.3. Підходи до побудови корпоративних інформаційних систем.....                | 204 |
| 7.4. Особливості функціонування корпоративних інформаційних систем.....         | 208 |
| 7.5. Структура корпоративних інформаційних систем.....                          | 210 |
| 7.5.1. Контур адміністративного управління.....                                 | 212 |
| 7.5.2. Контур оперативного управління.....                                      | 214 |
| 7.5.3. Контур бухгалтерського обліку.....                                       | 224 |
| 7.5.4. Контур адміністратора системи .....                                      | 226 |
| 7.6. Контрольні запитання .....   | 227 |
| <b>Розділ 8. Проблеми оцінки ефективності інформаційних систем</b> .....        | 228 |
| 8.1. Поняття якості.....  | 229 |
| 8.2. Стандарти якості сімейства ISO-9000 .....                                  | 231 |
| 8.3. Програмне забезпечення і система якості .....                              | 233 |
| 8.4. Оцінювання якості програмного забезпечення.....                            | 236 |
| 8.4.1. Вимірювання і оцінка характеристик якості програмного забезпечення ..... | 237 |
| 8.4.2. Оцінювання якості програмного забезпечення за стандартом ISO-9126.....   | 241 |
| 8.4.3. Вибір показників якості для оцінювання інформаційних систем .....        | 244 |
| 8.5. Система загального управління якістю TQM.....                              | 246 |
| 8.6. Контрольні запитання .....   | 247 |
| <b>Розділ 9. Інформаційний маркетинг</b> .....                                  | 248 |
| 9.1. Поняття інформаційного маркетингу.....                                     | 248 |
| 9.2. Застосування інформаційних систем у маркетингу .....                       | 250 |
| 9.3. Особливості побудови маркетингових інформаційних систем.....               | 251 |
| 9.4. Інформаційний маркетинг та Інтернет .....                                  | 252 |
| 9.5. Контрольні запитання .....   | 254 |
| <b>Список літератури</b> .....  | 255 |

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

| Скорочення, термін,<br>позначення | Пояснення  |
|-----------------------------------|--|
| AIC                               | <u>А</u> втоматизована <u>І</u> нформаційна <u>С</u> истема  |
| AOM                               | <u>А</u> налогова <u>О</u> бчислювальна <u>М</u> ашина   |
| АСУ                               | <u>А</u> втоматизована <u>С</u> истема <u>У</u> правління  |
| АЦП                               | <u>А</u> налого- <u>Ц</u> ифровий <u>П</u> еретворювач   |
| БД                                | <u>Б</u> аза <u>Д</u> аних   |
| БЧЗД                              | <u>Б</u> аза <u>Ч</u> асово- <u>З</u> алежних <u>Д</u> аних  |
| ГПГВ                              | <u>Г</u> оловний <u>П</u> лан- <u>Г</u> рафік <u>В</u> иробництва  |
| ЖЦ                                | <u>Ж</u> иттєвий <u>Ц</u> икл  |
| ІС                                | <u>І</u> нформаційна <u>С</u> истема   |
| ІТ                                | <u>І</u> нформаційна <u>Т</u> ехнологія  |
| ІМ                                | <u>І</u> нформаційний <u>М</u> енеджмент   |
| КІС                               | <u>К</u> орпоративна <u>І</u> нформаційна <u>С</u> истема  |
| ККА                               | <u>К</u> онтрольно- <u>К</u> асовий <u>А</u> парат   |
| МІС                               | <u>М</u> аркетингова <u>І</u> нформаційна <u>С</u> истема  |
| ПЗ                                | <u>П</u> рограмне <u>З</u> абезпечення   |
| ПО                                | <u>П</u> редметна <u>О</u> бласть  |
| СКБД                              | <u>С</u> истема <u>К</u> ерування <u>Б</u> азами <u>Д</u> аних   |
| ЦОМ                               | <u>Ц</u> ифрова <u>О</u> бчислювальна <u>М</u> ашина   |
| ЧЗД                               | <u>Ч</u> асово- <u>З</u> алежні <u>Д</u> ані   |
| ADC                               | <u>A</u> nalog to <u>D</u> igital <u>C</u> onvertor – аналого-цифровий перетворювач  |
| APICS                             | <u>A</u> merican <u>P</u> roduction and <u>I</u> nventory <u>C</u> ontrol <u>S</u> ociety – Американська асоціація по управлінню запасами і виробництвом |
| APS                               | <u>A</u> dvanced <u>P</u> lanning and <u>S</u> cheduling – розширене управління виробничими графіками  |
| ASCIІ                             | <u>A</u> merican <u>S</u> tandard <u>C</u> ode for <u>I</u> nformation <u>I</u> nterchange   |
| CASE                              | <u>C</u> omputer- <u>A</u> ided <u>S</u> oftware <u>E</u> ngineering – засоби підтримки розробки програмного забезпечення                                |

|        |   |
|--------|---|
| CRM    | <u>C</u> ustomer <u>R</u> elations <u>M</u> anagement – управління відносинами з клієнтами  |
| CRP    | <u>C</u> apacity <u>R</u> equirements <u>P</u> lanning – планування потреб у виробничих потужностях   |
| CSRP   | <u>C</u> ustomer <u>S</u> ynchronized <u>R</u> esource <u>P</u> lanning – синхронізоване з клієнтом планування ресурсів   |
| DAC    | <u>D</u> igital to <u>A</u> nalog <u>C</u> onvertor – цифрово-аналоговий перетворювач   |
| DFD    | <u>D</u> ata <u>F</u> low <u>D</u> iagram – діаграма потоків даних  |
| DRE    | <u>D</u> etail <u>R</u> eference <u>E</u> xpression – вираз деталей зв'язків  |
| DRP    | <u>D</u> istribute <u>R</u> esources <u>P</u> lanning – планування поширення ресурсів   |
| ERD    | <u>E</u> ntity- <u>R</u> elationship <u>D</u> iagram – діаграма “сутність-взаємозв'язок”  |
| ERP    | <u>E</u> nterprise <u>R</u> esource <u>P</u> lanning – управління ресурсами підприємства  |
| FIFO   | <u>F</u> irst <u>I</u> n, <u>F</u> irst <u>O</u> t – перший прийшов, перший пішов   |
| FMCG   | <u>F</u> ast <u>M</u> oving <u>C</u> onsumer <u>G</u> ood – швидко рухливі споживчі товари  |
| FRP    | <u>F</u> inance <u>R</u> esource <u>P</u> lanning – планування фінансових ресурсів  |
| IDEF   | <u>I</u> ntegration <u>D</u> EFinition language – мова визначення інтеграції  |
| IEC    | <u>I</u> nternational <u>E</u> lectrotechnical <u>C</u> ommission – Міжнародна комісія з електротехніки   |
| ISO    | <u>I</u> nternational <u>S</u> tandardization <u>O</u> rganization – Міжнародна організація із стандартизації   |
| LIFO   | <u>L</u> ast <u>I</u> n, <u>F</u> irst <u>O</u> t – останній прийшов, перший пішов  |
| MPS    | <u>M</u> aster <u>P</u> lanning <u>S</u> hedule – обсягово-календарне планування  |
| MRP    | <u>M</u> aterial <u>R</u> equirements <u>P</u> lanning – планування потреб в матеріалах   |
| MRPII  | <u>M</u> anufactory <u>R</u> esource <u>P</u> lanning – планування ресурсів виробничого підприємства  |
| SADT   | <u>S</u> tructured <u>A</u> nalysis and <u>D</u> esign <u>T</u> echnique – техніка структурного аналізу і проектування  |
| TQM    | <u>T</u> otal <u>Q</u> uality <u>M</u> anagement – управління загальною якістю  |
| UML    | <u>U</u> nified <u>M</u> odeling <u>L</u> anguage – мова моделювання загального призначення   |
| UTDERD | <u>U</u> nified <u>T</u> ime- <u>D</u> epended <u>E</u> ntity <u>R</u> elationship <u>D</u> iagram – уніфікована часово-залежна діаграма “сутність-взаємозв'язок” |
| WWW    | <u>W</u> orld <u>W</u> ide <u>W</u> eb – всесвітня павутина   |

## ВСТУП

Поняття інформаційного менеджменту пов'язане як з потребою ухвалювати ефективні рішення з використанням сучасних інформаційних технологій, так і з вимогами до управління інформацією в основній діяльності підприємства. У цьому навчальному посібнику під час висвітлення аспектів інформаційного менеджменту основний акцент зроблено на технологіях, оскільки власне інтенсивний розвиток інформаційних технологій спричинив розуміння інформаційного менеджменту як окремої дисципліни.

Зміст посібника ґрунтується на окремих поняттях теорії систем, системного аналізу, дискретної математики, теорії ймовірності, теорії графів та теорії баз даних. Читач також мусить розуміти певні сучасні інформаційні технології як реляційні бази даних, технології електронного документообігу та групової роботи, Веб-технології.

У розділі 1 розглянуто основні поняття, пов'язані з інформаційним менеджментом.

Розділ 2 висвітлює інформаційне моделювання, яке є основою побудови інформаційних систем для підтримки системи управління організацією.

У розділі 3 розглянуто основні закономірності в передаванні, перетворенні, опрацюванні і зберіганні інформації, які вивчають у межах інфодинаміки під час взаємодії інформаційних систем.

Розділ 4 містить основні діаграмні техніки інформаційного моделювання, які традиційно застосовують під час побудови інформаційних систем.

У розділі 5 зосереджено увагу на видах джерел інформації, без яких неможливе функціонування інформаційних систем.

У розділах 6, 7 розглянуто основні підходи до побудови та розвитку інформаційних систем різних класів.

Розділ 8 окреслює проблеми оцінювання ефективності інформаційних систем з погляду оцінювання якості програмного забезпечення та системи загального управління якістю.

У розділі 9 подані основні поняття інформаційного маркетингу та особливості побудови маркетингових інформаційних систем.

## Розділ 1

# ПОНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

У історії розвитку людства відбулося декілька інформаційних революцій, які полягали у перетворенні суспільних відносин через істотні зміни у сфері опрацювання інформації. Наслідком таких перетворень є наява у людському суспільстві нових тенденцій.

**Перша** революція пов'язана з винаходом писемності, що спричинило величезний якісний і кількісний інформаційний стрибок. З'явилася можливість передавання знань від покоління до поколінь.

**Друга** (середина XVI ст.) зумовлена винаходом книгодрукування, яке радикально змінило індустриальне суспільство, культуру, організацію діяльності.

**Третя** (кінець XIX ст.) пов'язана з винаходом електрики, завдяки якій з'явилися телеграф, телефон, що дають змогу оперативно передавати і нагромаджувати інформацію в будь-якому обсязі.

**Четверта** (70-ті роки XX ст.) виникла внаслідок винаходу мікропроцесорної технології та появи персонального комп'ютера. На мікропроцесорах та інтегральних схемах створюють комп'ютери, комп'ютерні мережі, системи передавання даних (інформаційні комунікації). Цей період характеризують три фундаментальні інновації: перехід від механічних і електричних засобів перетворення інформації до електронних; мініатюризація всіх вузлів, пристроїв, приладів, машин; створення програмно-керованих.

З останньої інформаційної революції висунуто на передній план нову галузь – інформаційну індустрію, пов'язану з виробництвом технічних засобів, методів, технологій для виробництва нових знань.

Найважливішими складовими інформаційної індустрії стають усі види інформаційних технологій. Сучасна інформаційна технологія ґрунтується на досягненнях в галузі комп'ютерної техніки і засобів зв'язку.

Бурхливий розвиток комп'ютерної техніки та інформаційних технологій послугував поштовхом до розвитку суспільства, побудованого на використанні різної інформації, яке отримало назву інформаційного суспільства. Сучасна цивілізація перебуває на стадії формування інформаційного суспільства, у якому головними продуктами виробництва і споживання є інформація і знання [27]. Важливими чинниками, що формують інформаційне суспільство є [30]:

- технологічний – головним фактором є інформаційна технологія (ІТ), яку широко використовують у виробництві, системі освіти, побуті тощо;
- соціальний – інформація є важливим стимулятором зміни якості життя, що характеризується значним доступом до інформації;
- економічний – інформація є ключовим фактором в економіці як ресурс, послуги, товар тощо.

Важливими аспектом інформаційного суспільства є комунікації та інформаційні технології, які вже нині спричинили невідворотні цивілізаційні зміни, які полягають в усвідомленні важливості інформації, необхідності комп'ютерної грамотності, у широкому розповсюдженні інформаційних технологій, що активно підтримано в державних інституціях. Наприклад, в Україні прийнятий Закон “Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки”, за яким визначено завдання щодо розвитку інформаційного суспільства в Україні [19]. Зокрема, пріоритетними завданнями визначено такі:

- розробки та впровадження новітніх конкурентоспроможних ІТ в усі сфери суспільного життя;
- забезпечення комп'ютерної та інформаційної грамотності населення;
- збереження культурної спадщини України за допомогою її електронного документування;
- використання ІТ для вдосконалення державного управління.

Поняття “Інформаційний менеджмент” (ІМ) з'явилося порівняно недавно – наприкінці 70-х років минулого сторіччя. Взагалі під менеджментом (управлінням) розуміють вміння досягати поставленої мети, використовуючи працю, інтелект, мотиви поведінки людей. Інформація – це відомості, які передаються між людьми, людиною і

обчислювальною машиною, між різними обчислювальними машинами. Отже, під інформаційним менеджментом потрібно розуміти такий вид менеджменту (управління), який ґрунтується на умінні використання інформації для досягнення поставленої мети.

## **1.1. Інформаційний менеджмент як окрема дисципліна**

Виникнення ІМ як поняття, а потім як самостійної галузі знання пов'язано як з необхідністю ухвалювати ефективні рішення у сфері інформатизації, так і з вимогами до управління інформацією в основній діяльності підприємства.

Практика створення і експлуатації інформаційних систем виявила проблеми і суперечності, які могли бути дозволені тільки введенням всестороннього спеціалізованого інформаційного менеджменту. Витрати на проектування і впровадження інформаційних систем звичайно істотно перевищували заплановані суми. Якість розробки виявлялася незадовільною: суперечності між технічним і програмним забезпеченням під час експлуатації, зростання витрат на обслуговування систем, що перебувають в експлуатації тощо.

Навряд чи можна чітко означити проблему і місце виникнення ІМ. Як галузь знань ІМ виник з практики створення і експлуатації інформаційних систем.

Історичною датою виникнення ІМ як поняття можна було б назвати 1957 р. Цього року в США кількість працівників галузі оброблення інформації зрівнялася з кількістю працівників, зайнятих в матеріальному виробництві. Далі в США працівники галузі оброблення інформації почали домінувати за чисельністю. Останні десятиліття вони становлять більше ніж 50 % працездатного населення, тоді як виробничі робітники становлять менше 20 %, а сільськогосподарські – менше ніж 5 %.

У цей період (50-ті, 60-ті роки) з'явилися перші стратегічні інформаційні системи. Стратегічні інформаційні системи створювали з метою забезпечити собі перевагу в конкурентній боротьбі. Класичним прикладом є створення і розвиток автоматизованої системи бронювання і продажу авіаквитків SABRE. Систему бронювання SABRE було створено в авіакомпанії American Airlines в 1964 р. Надалі стратегічні інформаційні

системи бронювання авіаквитків розвивалися, перетворившись на інформаційні системи туристичного бізнесу. Розглянувши історію розвитку стратегічних інформаційних систем, не можемо не звернути увагу, що вони взагалі змінили структуру галузі.

Інформаційні системи за короткий строк стали необхідним засобом успішного менеджменту. Інформаційний менеджмент виокремити в окрему галузь менеджменту. Використовувати засоби інформаційного менеджменту для отримання конкурентної переваги – це мета багатьох підприємств.

Оскільки ІМ виник порівняно недавно на стику дисциплін галузі ІТ і практичного менеджменту в результаті виконання завдань управління інформаційними системами (ІС) компаній і організацій, то ІМ поки що не має сталої термінології, а завдання ІМ і методології їхнього виконання тлумачать по-різному. Крім того, ІМ доволі тісно пов'язаний з іншими видами менеджменту (наприклад, з документним).

## **1.2. Поняття інформації та інформаційної системи**

Для того, що вивчати будь-яку дисципліну, потрібно знати базові терміни, поняття і аксіоми цієї дисципліни. Розглянемо найзагальніші поняття, які необхідні для розуміння інформаційного менеджменту.

Визначення 1.1. Інформація – відомості про об'єкти і явища навколишнього середовища, їхні параметри, властивості і стан, які зменшують ступінь невизначеності про них, ступінь неповноти знань.

Термін “інформація” походить від латинського informatio, що означає роз'яснення, інформування, виклад. У широкому сенсі інформація визначають як відомість (повідомлення) про той чи інший аспект матеріального світу і процесів.

Визначення 1.2. Повідомлення – це форма подання інформації у вигляді мови, тексту, зображення, цифрових даних, графіків, таблиць тощо.

Інформація – це загальнонаукове поняття, що об'єднує обмін відомостями між людьми, обмін сигналами між живою і неживою природою, людьми і пристроями. Інформація є повідомленням, коли вона виражена певною мовою.

Варто пам'ятати, що інформація існує поза її творцем. Однак вона може бути:

- суб'єктивною – відображеною, яку створила людина;
- об'єктивною – матеріалізована у певному матеріальному об'єкті.

Будь-який матеріальний об'єкт створює об'єктивну інформацію (розміри, маса, колір, вартість тощо). Однак основний зміст інформаційних потоків становить суб'єктивна інформація. Якщо джерело інформації має об'єктивний характер, то інформація про нього є суб'єктивною, оскільки інформаційні процеси (збирання, оброблення і поширення інформації) здійснює людина.

За формою і складністю інформацію можна поділити на три групи:

1. Інформація, що передають свідомо – властива людині і суспільству, передають у вигляді понять і моделей за допомогою кодування.
2. Інформація, що передають рефлективно – властива живим організмам, передають рефлексами, інстинктами, генетичним кодом, емоціями.
3. Неформалізована інформація, що передається структурно – ефективність і втрати під час передавання залежать від структури і умов функціонування системи.

Серед інформаційного потоку розрізняють цінну інформацію і “шумову”. Цінна інформація є пріоритетною частиною, оскільки вона (на відміну від “шуму” – хибної інформації) дає змогу аналізувати реальний стан системи і підготувати обґрунтоване рішення.

Найістотнішими характеристиками інформації є:

- обсяг (кількість);
- достовірність (істинність);
- цінність;
- насиченість (інформативність);
- відкритість (доступність).

Обсяг інформації можна пов'язувати як з кількістю відповідних символів, які передають цю інформацію, так і з кількістю невизначеності, яку дає змогу усунути відповідне інформаційне повідомлення. Обсяг символічної інформації визначається кількістю букв, знаків, символів, а кількість інформації як міра невизначеності, обчислюється за відповідними формулами теорії інформації [28].

Достовірність інформації пов'язана з адекватністю відображення реальних відомостей у загальному обсязі сприйнятої інформації. Фахівці в галузі інформатизації зазначають наявність трьох рівнів достовірності:

- абсолютного (100 %);
- достовірного (більше 80 %);
- негативного (менше 80 %).

З практики відомо, що про одну й ту саму подію можна отримати найсуперечливішу інформацію залежно від технології та аспектів її аналітико-синтетичного оброблення. Наприклад, достовірність інформації істотно залежить від часових параметрів її надходження – запізнювання абсолютно достовірної інформації може призвести до її неактуальності (абсурдності).

Цінність інформації характеризується зниженням витрат різних ресурсів (енергетики, матеріалів, часу, фінансів) на прийняття правильного рішення. Цінність має чотири рівні:

- нульовий (без економії ресурсів);
- середній (скорочення витрат або збільшення прибутку на більше ніж 10 %);
- високий (скорочення витрат або збільшення прибутку більше ніж удвічі);
- надвисокий (скорочення витрат або збільшення прибутку більше ніж у 10 разів).

Цінність визначає інформацію як економічну категорію (товар, що має споживчу вартість). Значну цінність мають, наприклад, імітаційні моделі виробництв, що дають змогу керівнику обґрунтовано передбачати можливі наслідки альтернативних варіантів прийнятих рішень. Інформаційні послуги середнього рівня цінності надають, як правило, консультаційні фірми, обізнані, що цінна інформація – успішно реалізований товар. Прикладом нульової цінності може слугувати інформація, яка дублює відомі, застарілі або надає помилкові, непотрібні відомості для прийняття управлінського рішення.

Насиченість інформації характеризується співвідношенням корисної і “фонової” інформації, яку можна використовувати для кращого засвоєння професійно-значущої інформації за рахунок емоційно-психологічного стану споживача інформації. Фонова інформація містить ззовні певні джерела гумору, духовного стимулювання, жартів-

ливих преамбул та наочних допоміжних зображень. За відсутності фонові інформації корисна інформація сприймається монотонно, важко. Однак надлишок фонові інформації часто сприймається як “шум” і перешкоджає оперативному і прагматичному сприйняттю корисної інформації.

Насиченість в інформатиці часто ідентифікують з інформативністю, яка характеризується трьома рівнями:

- високим (80–100 %);
- нормативним (50–80 %);
- низьким (менше ніж 50 % корисної інформації).

Відкритість (доступність) інформації – це можливість надання даних та відомостей необмеженому загалу користувачів за критеріями секретності, конфіденційності і публічності.

Секретна інформація відображає, як правило, глобальні потреби суспільства і має істотні обмеження використання (наприклад, відомості про обороноздатність країни, про унікальні родовища корисних копалин).

Конфіденційна (службового користування) інформація відображає інтереси суспільства, колективів, окремих груп людей, що описуються обмеженим використанням даних. До конфіденційної інформації належать дані та відомості з високим рівнем цінності про кадровий, технологічний і науковий потенціал підприємства, організації.

Публічна (відкрита) інформація не має обмежень щодо використання і відображає інтереси суспільства і потреби людей. Так, на підприємстві, не пов’язаним з державним оборонним замовленням, не повинно бути секретної інформації.

Отримувати інформацію можна законно (легітимно) або злочинно (кримінально). Способами отримання інформації можуть бути: контакти зі співробітниками; підкупи, шантаж персоналу; використання спеціалізованих технічних засобів; розкрадання.

Для захисту інформації від незаконного доступу до неї застосовують: охорону офісів і персоналу; добір і виховання співробітників; створення систем захисту документообігу.

У разі отримання важливими є такі характеристики інформації:

- інформаційна надмірність;
- інформаційний дефіцит;
- потрібний рівень інформації.

Інформаційна надмірність відомостей про об'єкт управління дає змогу покращити якість рішення, однак вимагає збільшення часу на прийняття рішення і збільшує вартість інформації. Нерідко в практиці прийняття важливих і відповідальних рішень зумовлює створення надмірності інформації. Найпростіший шлях до цього – дублювання даних.

Дефіцит (недостача) інформації відчутний як під час вироблення, так і під час прийняття рішення, оскільки збільшує ступінь невизначеності і ризику. У зв'язку з цим для підвищення ймовірності правильного рішення застосовують сучасні економіко-математичні методи, успішно реалізовані за допомогою комп'ютерів. Дефіцит інформації доволі часто виникає в умовах приховування відомостей у разі монополізації інформації. Монополізація чітко виявляється під час засекречування (обґрунтованого або необґрунтованого) певного обсягу інформації або прагнення окремих керівників чи організацій мати виняткові права на володіння інформацією для підвищення свого суспільного і майнового статусу.

Необхідний (задається) рівень інформації є величиною або поняттям суб'єктивним. Він визначається потребами конкретного користувача, які дають змогу враховувати індивідуальність людини.

Разом з поняттям “інформація” часто вживають поняття дані.

Визначення 1.3. Дані – це відомості, показники, значення, які характеризують певні об'єкти, поняття, і подані у вигляді, придатному для їхнього опрацювання автоматизованими засобами.

Дані отримують унаслідок певних дій (вимірювання, обчислення). Дані є інформацією лише тоді, коли вони мають значення у заданому контексті.

Приклад 1.1. Кодом міжнародного телефонного зв'язку є набір знаків +38 – це дані. Про інформацію можемо говорити лише за наявності відомості про назву країни, що відповідає цьому коду.

Отже, дані (сукупність даних) є інформацією, коли частина з них визначає контекст їхнього використання.

Визначення 1.4. Економічна інформація – сукупність відомостей про соціально-економічні процеси і організації, використовувана для управління цими процесами і організаціями.

Визначення 1.5. Організація – це стабільна формальна соціальна структура, яка отримує і переробляє ресурси з навколишнього світу, отримуючи “продукт”.

У науково-технічній літературі часто застосовують термін “система”.

Визначення 1.6. Під системою розуміють сукупність зв’язаних між собою і зовнішнім середовищем елементів або частин, функціонування яких скероване на отримання конкретного корисного результату.

Можна навести і дещо інше визначення.

Визначення 1.7. Система – набір взаємозв’язаних компонент, які утворюють єдине ціле для досягнення певної загальної мети.

Процеси, що відбуваються в складних системах, як правило, відразу не вдається подати у вигляді математичних співвідношень або хоча б алгоритмів. Тому для того, щоб хоч якось охарактеризувати стабільну ситуацію або її зміни, застосовують спеціальні терміни.

Стан – це миттєвий знімок, “зріз” системи, зупинення в її розвитку. Стан визначають або через входні дії і вихідні сигнали (результати), або через макропараметри, макровластивості системи.

Визначення 1.8. Стан системи – це сукупність станів її  $n$  елементів і зв’язків між ними (двосторонніх зв’язків не може бути більше ніж  $n(n-1)$  в системі з  $n$  елементами).

Якщо зв’язки в системі незмінні, то її стан можна подати у вигляді

$$Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_m). \quad (1.1)$$

Завдання конкретної системи зводиться до завдання її станів, починаючи від народження і закінчуючи припиненням існування або переходом в іншу систему.

Реальна система не може перебувати в будь-якому стані. Завжди є відомі обмеження – деякі внутрішні і зовнішні чинники.

Можливі стани реальної системи утворюють у просторі станів системи деяку підобласть (підпростір) – множину допустимих станів системи.

Визначення 1.9. Поведінка системи – це здатність переходити з одного стану в інший.

Поведінка відображає переходи:

$$s_1 \rightarrow s_2 \rightarrow s_3 \rightarrow \dots, \quad (1.2)$$

де  $s_i$  – стани системи.

Визначення 1.10. Рівновага – це здатність системи за відсутності зовнішніх збурювальних дій (або за постійних дій) зберігати свій стан як завгодно довго (цей стан називають станом рівноваги).

Визначення 1.11. Стійкість – це здатність системи повертатися в стан рівноваги після того, як її було з цього стану виведено під впливом зовнішніх (а в системах з активними елементами – внутрішніх) збурювальних дій.

Ця здатність зазвичай властива системам за постійних зовнішніх збурювальних дій тільки тоді, коли відхилення цих дій не перевищують певної межі.

Стан рівноваги, в яку система здатна повертатися, називають стійким станом рівноваги. Повернення в цей стан може супроводжуватися коливальним процесом. Відповідно в складних системах можливі нестійкі стани рівноваги.

Визначення 1.12. Входи системи  $x_i$  – це різні точки прикладання впливу (дії) зовнішнього середовища на систему (рис. 1.1).

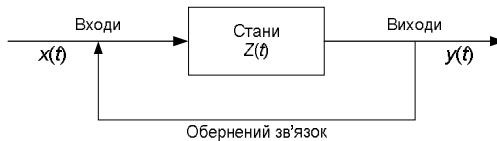


Рис. 1.1. Схема системи з одиничним оберненим зв'язком

Входами системи може бути, зокрема, інформація (дані).

Визначення 1.13. Виходи системи  $y_i$  – це різні точки прикладання впливу (дії) системи на зовнішнє середовище (рис. 1.1..

Виходом системи є, наприклад, результат перетворення інформації (даних).

Визначення 1.14. Зворотний зв'язок – це з'єднання виходу з входом системи і використовують його для контролю за зміною виходу (рис. 1.1).

Визначення 1.15. Обмеження системи – це умови її функціонування.

Обмеження бувають внутрішніми і зовнішніми. Одним із зовнішніх обмежень є мета функціонування системи. Прикладом внутрішніх обмежень можуть бути ресурси, що забезпечують реалізацію того або іншого процесу.

Визначення 1.16. Рух системи – це послідовна зміна її стану.

Вимушений рух системи – зміна її стану під впливом зовнішнього середовища. Прикладом вимушеного руху може слугувати переміщення ресурсів за наказом (що надійшов у систему ззовні).

Власний рух – зміна стану системи без дії зовнішнього середовища (тільки під дією внутрішніх причин).

Стан системи  $Z(t)$  у будь-який момент часу  $t$  залежить від входів  $X(t)$ , а також від попередніх станів в моменти  $Z(t-1), Z(t-2), \dots$ :

$$Z(t) = F_{STATE}(X(t), Z(t-1), Z(t-2), \dots), \quad (1.3)$$

де  $F_{STATE}$  – відображення (функція) станів (переходів) системи.

Зв'язок між входами  $X(t)$  і виходами  $Y(t)$  системи можна подати у такому вигляді:

$$Y(t) = F_{OUT}(X(t), Z(t), Z(t-1), Z(t-2), \dots). \quad (1.4)$$

Якщо  $Y(t)$  не залежить від станів  $Z(t), Z(t-1), Z(t-2), \dots$ , то система з відображенням (функцією) виходів називається **динамічною**. Якщо  $Y(t)$  не залежить від попередніх станів, тобто

$$Y(t) = F_{OUT}(X(t)),$$

то система з таким відображенням (функцією) виходів називається **статичною**.

Відповідно до визначень поняття системи, будь-який економічний об'єкт (державну організацію, комерційну компанію, домогосподарства тощо) можна розглядати як систему. Управління – це найважливіша функція, без якої неможлива ніяка цілеспрямована діяльність економічного об'єкта. У зв'язку з цим у межах організації можна

виділити керований процес (об'єкт управління) і процес, що управляє (орган управління).

Визначення 1.17. Систему, що є сукупністю об'єкта управління і органу управління і реалізує функції управління, називають системою управління.

Управління пов'язане з обміном інформацією між компонентами системи, а також з обміном інформацією системи і довкіллям. Управління системою неминуче пов'язане з отриманням інформації: про стан системи на кожен контрольний момент часу, про досягнення (або недосягнення) мети управління (стосовно економічних об'єктів метою може бути найбільший прибуток, найменша собівартість, оптимальна зайнятість працівників, досягнення необхідної безпеки тощо або декілька цілей відразу) про відгук системи на керівну дію.

Отже, в системі управління завжди присутній інформаційний контур, який об'єднує: об'єкт управління, орган управління, інформацію про керований процес, керівні дії.

Уся структура підприємства, задіяна під час управління всіма інформаційними потоками, є інформаційною системою. Інформаційна система (ІС) містить всю інфраструктуру організації, задіяну під час управління всіма інформаційними, документальними потоками.

Для будь-якого економічного об'єкта існує певна інформаційна система. Така система називається економічною інформаційною системою. Інформаційна система економічного об'єкта існує у будь-якому разі, не залежно від способу нагромадження, зберігання, передавання інформації. Інформаційні технології і інформаційні системи можуть функціонувати і із застосуванням технічних засобів, і без їхнього застосування. Це питання економічної доцільності (витрати на ІС можуть бути великими і перевищувати очікувані).

Розрізняють три класи ІС за ступенем їхньої автоматизації:

- ручні ІС – характеризуються відсутністю сучасних технічних засобів перетворення інформації та усіх операцій, що виконує людина;
- автоматизовані ІС – передбачають участь людини і технічних засобів опрацюванні інформації, де головну роль відводять комп'ютеру;
- автоматичні ІС – передбачають, що усі операції опрацювання інформації різні роботи виконують без участі людини.

Переважно під терміном ІС розуміють автоматизовані інформаційні системи, які забезпечують поєднання людської діяльності та комп'ютерно-інформаційних технологій під час опрацювання інформації.

Отже, інформаційна система (автоматизована інформаційна система – АІС) об'єднує: дані, устаткування, програмні засоби, персонал, стандарти (регламенти) процедур збору, опрацювання, зберігання, видавання інформації.

ІС має забезпечувальну і функціональну частини. Забезпечувальна частина складається з інформаційного, технічного, математичного, програмного, методичного, організаційного, лінгвістичного забезпечення і правового забезпечення.

Визначення 1.18. Інформаційне забезпечення – сукупність проєктних рішень про обсяги, розміщення, форми організації інформації (єдиної системи класифікації і кодування інформації, уніфікованих систем документації, схем інформаційних потоків), що циркулює в організації, методології побудови баз даних.

Визначення 1.19. Технічне забезпечення – комплекс технічних засобів, призначених для роботи інформаційної системи, а також відповідна документація на ці засоби і технологічні процеси.

Визначення 1.20. Математичне забезпечення – сукупність математичних методів, моделей, алгоритмів оброблення інформації, використовуваних під час виконання завдань в інформаційній системі (функціональних і автоматизації проєктування інформаційних систем).

Визначення 1.21. Програмне забезпечення – сукупність програм для реалізації цілей і завдань інформаційної системи, а також нормального функціонування комплексу технічних засобів. Містить загальносистемне програмне забезпечення, спеціальне програмне забезпечення і технічну документацію на розроблення і експлуатацію програмних засобів.

Визначення 1.22. Методичне і організаційне забезпечення – сукупність методів засобів і документів, що регламентують взаємодії персоналу інформаційної системи з технічними засобами і між собою під час розроблення і експлуатації інформаційної системи.

Визначення 1.23. Правове забезпечення – сукупність правових норм, що регламентують створення, юридичний статус і експлуатацію інформаційних систем.

ІС (АІС) передбачають організацію відповідної бази даних, сховища документів чи сховища даних.

Визначення 1.24. База даних (БД) – це набір даних, який є достатнім для встановленої цілі, зберігається на машинному носії у такому вигляді, що дає змогу здійснювати автоматизоване опрацювання збережених даних.

Визначення 1.25. Документ – це зафіксована на матеріальному носії інформація з реквізитами, які дають можливість ідентифікувати цю інформацію.

Оскільки ми розглядаємо документи у контексті ІС, то вважати- мемо, що документи зберігаються на машинному носії (наприклад у вигляді файлів).

Визначення 1.26. Сховище документів – це набір документів, взаємозв’язаних за певними ознаками (походження, призначення, виду, сфери діяльності, вимог щодо оформлення тощо), який зберігається на машинному носії у такому вигляді, що дає можливість здійснювати автоматизоване опрацювання збережених документів.

Визначення 1.27. Сховище даних – це агрегована або консолідована інформація з усієї предметної області, яку використовують для підтримки прийняття рішень.

Можна вважати, що база даних і сховище документів – це частинні випадки сховища даних.

Отже, наведемо формальне визначення інформаційної системи, побудованої на основі сховища даних.

Визначення 1.28. Під інформаційною системою розумітимемо деяку формальну систему [33], у якій як множини вхідних/вихідних сигналів, станів і функцій переходу та виходу відповідно розглядають вхідний/вихідний потік інформації, схему бази даних та функції системи. Поняття інформаційної системи запишемо так:

$$IS = (Q, A, Ds, F), \quad (1.5)$$

де  $Q$  – вхідний потік інформації,  $A$  – вихідний потік інформації,  $Ds$  – сховище даних,  $F$  – функції інформаційної системи.

**Визначення 1.29.** Корпоративна інформаційна система (КІС) – складна за структурою і функціональними можливостям ІС, що охоплює усі рівні організаційного управління компанією.

### 1.3. Класифікація інформаційних систем

Відомо декілька ознак, за якими класифікують ІС.

- За сферою функціонування.

За сферою функціонування ІС поділяють на ІС промисловості, сільського господарства, транспорту, зв'язку, освіти, музейної справи тощо.

- За видом управління.

За видом управління ІС поділяють на ІС управління технологічними процесами (забезпечують управління технологічними пристроями, верстатами, автоматичними лініями), управління організаційно-технологічними процесами (багаторівневі системи, що поєднують ІС управління технологічними процесами з ІС управління підприємством), організаційного управління (виробничо-господарські, соціально-економічні, функціональні процеси, які реалізуються на усіх рівнях управління), наукових досліджень (забезпечують якість та ефективність розрахунків і наукових дослідів за допомогою математичних методів та засобів виконання експериментального моделювання), навчальні (використовуються для підготовки та підвищення кваліфікації фахівців у системі освіти).

- За рівнем у системі державного управління.

За рівнем у системі державного управління виділяють такі ІС: галузеві (функціонують у сферах промислового й агропромислового комплексів, у будівництві, транспорті тощо, і виконують завдання інформаційного обслуговування апарату управління відповідних відомств), територіальні (призначені для управління адміністративно-територіальними одиницями), міжгалузеві (спеціалізовані системи функціонування органів управління національною економікою).

- За масштабом.

За масштабом ІС поділяють на: персональні (реалізуються на окремому персональному комп'ютері і розраховані на роботу одного або декількох користувачів, що не працюють одночасно; в основі цих ІС лежать персональні системи керування базами даних – СКБД), групові (орієнтовані на колективне використання інформації багатьма користувачами, і їх переважно будують у межах локальної обчислювальної мережі; в основі цих ІС лежать СКБД, які функціонують в архітектурі клієнт/сервер), корпоративні (є логічним розвитком групових ІС, орієнтованих на великі компанії; вони можуть підтримувати територіально рознесені вузли чи мережі, переважно мають ієрархічну структуру з декількох рівнів), глобальні (орієнтовані на глобальне інформаційне середовище Інтернет).

- За сферою використання.

За сферою використання ІС поділяють на: системи опрацювання транзакцій, які також розділяють на пакетні та оперативні (в ІС організаційного управління переважає режим оперативного опрацювання транзакцій для відображення актуального стану предметної області (ПО) на будь-який момент часу; для оперативних ІС характерний регулярний потік достатньо простих транзакцій), системи підтримки прийняття рішень (за допомогою складних запитів відбирають та аналізують дані за різними показниками), інформаційно-довідкові та пошукові системи (базуються на гіпертекстових документах і мультимедіа), офісні ІС (скеровані на переведення паперових документів на електронні носії, а також на управління документо-обігом).

- За способом організації.

За способом організації класифікація ІС здійснюється залежно від архітектури функціонування: архітектура файл-сервер (дані вибирають безпосередньо з файлів, що часто спричиняє передавання великих обсягів даних), архітектура клієнт/сервер (використовують виділений сервер БД, який опрацьовує запити до бази даних; це класична найпоширеніша дворівнева архітектура), багаторівнева архітектура (у класичній формі складається з трьох рівнів: рівня застосувань клієнтів, рівня сервера застосувань і рівня віддаленого спеціалізованого сервера БД; така архітектура дає змогу збалансувати навантаження на різні вузли і мережу, сприяє спеціалізації інструментів для розроблення

застосувань, а також усуває недоліки архітектури клієнт/сервер), інтранет та Веб-системи (у цих системах поєднується багаторівнева архітектура з Інтернет-технологіями).

- За оперативністю реакції.

За оперативністю реакції серед ІС виділяють ІС реального та нереального часу (системи реального часу мають обмежений час відповіді на запити до БД).

- За логічною організацією збережених даних.

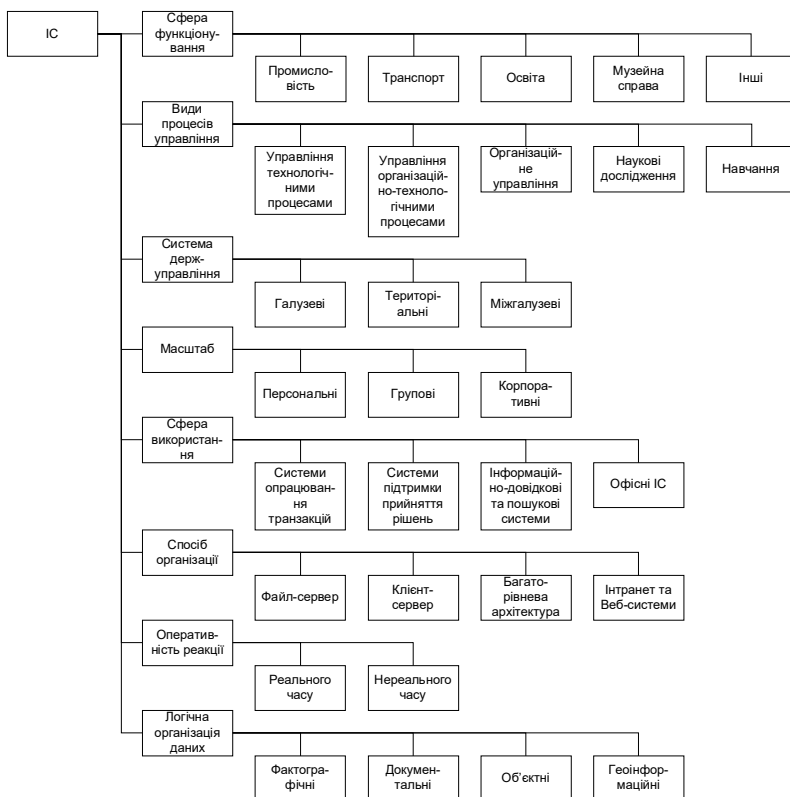


Рис. 1.2. Класифікація ІС за різними критеріями

За особливостю подання логічної організації збережених даних інформаційні системи поділяють на фактографічні (нагромаджують і

зберігають дані у вигляді множини екземплярів декількох структурних елементів, кожен з яких або їхня сукупність відображають відомості про деякий факт чи подію), об'єктні (дані організовані у вигляді окремих інформаційних об'єктів), документальні (одиничним елементом даних є нероздільний на менші елементи документ; інформація про документ можна структурувати або не структурувати; деякі види документальних ІС забезпечують встановлення логічного зв'язку між різними документами) та геоінформаційні (це об'єктні ІС з прив'язкою до загальної електронної топографічної основи; геоінформаційні системи використовують для інформаційного забезпечення тих предметних областей, у яких структура інформаційних об'єктів і процесів має географічну компоненту).

На рис. 1.2 наведено ознаки, за якими класифікують ІС.

## 1.4. Поняття інформаційного ресурсу та продукту

Визначення 1.30. Ресурс – це запаси, джерела чого-небудь.

У індустріальному суспільстві, де значну частину зусиль скеровано на матеріальне виробництво, відомо декілька основних видів ресурсів, що стали вже класичними економічними категоріями:

- матеріальні ресурси – сукупність предметів праці, призначених для використання під час виробництва суспільного продукту, наприклад сировина, матеріали, паливо, енергія, напівфабрикати, деталі тощо;
- природні ресурси – об'єкти, процеси, умови природи, використовувані суспільством для задоволення матеріальних і духовних потреб людей;
- трудові ресурси – люди, які мають загальноосвітні і професійні знання для роботи в суспільстві;
- фінансові ресурси – грошові кошти, що перебувають у розпорядженні державної або комерційної структури;
- енергетичні ресурси – носії енергії, наприклад, вугілля, нафта, нафтопродукти, газ, гідроенергія, електроенергія тощо.

У інформаційному суспільстві акцент щодо уваги і значущості зміщується з традиційних видів ресурсів на інформаційний ресурс, який, хоч він завжди існував, не розглядався ні як економічна, ні як інша категорія; ніхто спеціально про нього не говорив і, тим більше, не

виводив ніяких визначень. Отже, на сучасному етапі розвитку суспільства інформація стала ресурсом.

Визначення 1.31. Під технологією розуміють сукупність методів оброблення, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми сировини, матеріалу або напівфабрикату, здійснюваних під час виробництва продукції.

Це вища форма уміння робити що-небудь. У інформаційному суспільстві поняття технологія розповсюджується на оброблення інформації. Коли говоримо про інформаційну технологію як сировину, то матеріалом є інформація, як продукт – також інформація.

*Таблиця 1.1*

### **Зіставлення основних компонент технологій**

| Компоненти технологій для виробництва продуктів |  |
|---|--|
| матеріальних                                    | інформаційних  |
| Підготовка сировини і матеріалів                | Збирання даних або первинної інформації                  |
| Виробництво матеріального продукту              | Опрацювання даних і отримання консолідованої інформації  |
| Збування виробничих продуктів споживачам        | Передавання інформації для прийняття на основі її рішень |

Важливо розуміти співвідношення між інформаційною технологією та ІС. ІТ реалізується в межах ІС. ІТ – це спосіб перетворення інформації. У ІС можна використати багато ІТ. ІС в конкретній організації є середовищем для реалізації конкретної технології.

Проте, кожна ІТ може існувати поза конкретною ІС. Для виконання певного разового виду робіт можна використовувати іншу ІТ, абсолютно не пов'язану з ІС конкретної організації. Наприклад, під час проведення конференції на базі будь-якої організації можуть використовувати ІТ опрацювання текстів і візуалізації доповідей (проектор, слайди). Відзначені ІТ не є частиною ІС організації і реалізуються ззовні ІС.

Отже, ІТ як поняття є ширшим. ІС завжди розглядається для конкретної організації (або типу організації), і завжди пов'язана із структурою організації і особливостями її функціонування.

Для розгляду проблем управління ІС (інформаційного менеджменту) потрібно уявляти, як ІС пов'язані із структурою організації і впливають на

функціонування організації. Взаємозв'язок між функціональними складовими організації зручно зобразити схематично (рис. 1.3).



*Рис. 1.3. Взаємозв'язок між функціональними складовими організації*

З розвитком ІТ змінилося і ставлення до використання ІС. Сьогодні ІС є стратегічною функціональною складовою будь-якої успішної організації. ІС безпосередньо впливають на ефективність функціонування компаній. Справедливим є таке твердження: ІС упроваджують, щоб вирішити конкретні проблеми організації з опрацювання інформації і управління; впровадження ІС створює нові можливості як в управлінні організацією, так і в опрацюванні інформації.

У результаті застосування ІТ до “сировини” – інформаційних ресурсів – створюються інформаційні продукти і інформаційні послуги. Під інформаційним продуктом необхідно розуміти нову інформацію або інформацію в новій формі, що є продуктом ІС і ІТ, і яку надають споживачі.

Визначення 1.32. Інформаційний продукт – це документована інформація, підготовлена відповідно до певних вимог для її поширення.

Інформаційний продукт відрізняється від традиційних матеріальних продуктів тим, що інформація є нематеріальною, вона не має фізичної природи, що передбачає різноманіття форм її матеріального втілення. Тому під час його створення та експлуатації інформаційний продукт не зникає, а його можна використовувати багатократно протягом тривалого часу. Це означає, що затрати на створення інформаційного продукту значно перевищують затрати на його тиражування.

Визначення 1.33. Інформаційна послуга – це отримання і надання в розпорядження користувача інформаційного продукту.

Отже, і інформаційним продуктом, і інформаційною послугою є інформація, або надання засобів для отримання інформації (наприклад, надання в оренду комп'ютерів, інформаційних мереж). Інформаційний продукт або інформаційна послуга – специфічна послуга, коли деякий інформаційний зміст у вигляді сукупності даних, який сформував виробник для розповсюдження в речовинній або нематеріальній формі, надають у користування споживачеві. Інформаційний продукт відповідає представленню виробника (інформаційна модель) конкретної наочної галузі, для якої він створений. Інформаційний продукт фіксують на матеріальному носіїві.

До інформаційних продуктів належать:

- зв'язок;
- інформація – вид інформаційного продукту, що містить дані, знання, а також програмні засоби їх опрацювання для пізнавальних цілей.

Виділимо такі види інформації:

- ділова інформація – біржова і фінансова (котирування цінних паперів, валютні курси, дані про ринкову ситуацію тощо), політична, господарська, статистична інформація (соціальна, демографічна, екологічна тощо), комерційна інформація (про компанії з продуктів, цін, вакансій тощо), управлінські дані, аналітична інформація, оцінки і рекомендації з ухвалення рішень, рекламні повідомлення;
- інформація для фахівців, або професійна інформація – спеціальні дані для юристів, лікарів, метеорологів тощо, науково-технічна інформація, доступ до першоджерел;
- споживча інформація – новини і література (інформація служб новин, електронні журнали, довідники, енциклопедії), побутова і споживча інформація (розклад транспорту, замовлення товарів і послуг тощо), розважальна інформація (ігри, телетекст, відеотекст, об'єкти художньої культури у вигляді текстової, візуальної і аудіопродукції).

До інформаційних послуг зараховують:

- послуги освіти – електронні підручники і методичні матеріали, ігри і тренінги, тести тощо;

- забезпечувальні інформаційні системи і засоби – програмні продукти, технічні засоби, розроблення і супровід інформаційних систем і технологій; науково-технічна продукція у вигляді проектних, технологічних, методичних розробок, консультування з різних аспектів інформаційної індустрії, підготовка джерел інформації у вигляді баз даних;
- розважальні інформаційні послуги – вид інформаційного продукту, що відтворює результат творчої діяльності людей, який призначений для забезпечення дозвілля і отримання задоволення;
- електронна комерція – продаж товарів і реклама послуг за допомогою глобальних мереж.

Будь-який продукт або послугу пов'язують з метою продажу (інакше саме вживання цих термінів неправомірне). Інформаційні продукти і послуги природно пов'язують з метою продажу потенційним споживачам. Отже, можна говорити про ринок інформаційних продуктів і послуг та інформаційний бізнес.

Визначення 1.34. Ринок інформаційних продуктів і послуг – система економічних, правових і організаційних відносин з торгівлі інформаційними продуктами, номенклатура продуктів і послуг, умови і механізми їх надання, ціни.

Визначення 1.35. Інформаційний бізнес – виробництво, торгівля, посередництво в галузі інформаційних продуктів і послуг.

Функції інформаційного бізнесу: управління фінансами і ведення обліку, управління кадрами, матеріально-технічне постачання, організація виробництва, маркетингові дослідження, лізингові операції, консультативне обслуговування, страхування майна та інформації, організація служби інформаційної безпеки, сервісне обслуговування.

Тенденції розвитку ринку інформаційних послуг є такі:

- зміни у складі покупців і продавців;
- розширення і інтелектуалізація продуктів і послуг.

Класифікація сегментів ринку інформаційних технологій побудована на основі двох ознак: кому призначені продукти і послуги, чим забезпечений споживач. Відповідно до цих ознак можна виокремити такі сегменти ринку інформаційних послуг.

- Споживчий сегмент – передавання інформації і розваг та споживання їх приватними особами.

- Сегмент взаємодії – взаємодія фірм-розробників інформаційного продукту (створення і експлуатація мереж для розповсюдження своєї продукції, розроблення стандартів тощо).
- Сегмент забезпечення бізнесу – використання інформаційних технологій під час реалізації різних видів ділової діяльності (закупівля, виробництво, обслуговування, маркетинг, розповсюдження продукції).
- Інтелектуальна робота – споживання і передавання інформації серед менеджерів та інших фахівців.

У межах вказаних сегментів ринку здійснюють такі дії за допомогою елементів інформаційних технологій, пов'язані зі створенням інформаційних продуктів і послуг:

- транспортування – фізичне передавання інформації різними засобами;
- перенесення інформаційного продукту з одного носія на інший;
- зберігання інформаційного продукту електронними або традиційними засобами;
- опрацювання – перетворення інформаційного продукту до необхідного вигляду відповідно до вибраних методик і алгоритмів.

## 1.5. Завдання та цілі інформаційного менеджменту

У кожній успішній організації зацікавлені в тому, щоб персонал отримував точну, вчасну і корисну інформацію на всіх рівнях.

Визначення 1.36. Досягнення вказаної мети – отримання точної, вчасної і корисної інформації на всіх рівнях – називається інформаційним менеджментом (ІМ).

Інформацію розглядають як внутрішній ресурс організації, що може слугувати як для підтримки діяльності організації (як засіб спілкування, засіб передавання відомостей про організацію за її межі, відомості про зовнішнє середовище), так і безпосередньо для виробничих процесів організації (як дані про виробництво матеріальних продуктів чи послуг, як джерело для виробництва інформаційних продуктів чи послуг). Враховуючи це, можна дати інше визначення ІМ.

Визначення 1.37. Інформаційний менеджмент – це управління діяльністю, пов'язаною зі створенням та використанням інформації в інтересах організації.

Очевидно, що в сучасних умовах ІМ не можливий без створення відповідних ІС. ІМ охоплює весь життєвий цикл ІС – від планування до використання, з метою цілеспрямованого використання інформації як ресурсу. Тому існують два основні напрями ІМ:

- 1) перший напрям ІМ розглядає питання застосування інформаційних технологій в цілях виконання загальних завдань менеджменту компаній, державних організацій;
- 2) другий напрям ІМ розглядає питання і завдання управління і розвитку ІС.

Перший напрям розглядає питання і завдання ІМ як приватні питання автоматизації роботи менеджменту компаній. Для цього напрямку на першому місці є менеджмент, а ІС мають значення технічного обслуговування (допоміжних засобів). Тут розглянуто питання застосування інформаційних технологій для виконання окремих локальних завдань менеджменту – фінансового менеджменту, менеджменту персоналу, виробничого менеджменту, інвестиційного менеджменту тощо. Як правило, у межах курсів і тренінгів, під час яких вивчають цей напрям менеджменту, розглядають окремі рішення в галузі застосування інформаційних технологій для потреб менеджменту: класифікація ІС для бізнесу за функціональною ознакою; аналіз готових рішень в галузі ІС, критерії вибору готових ІС; проблеми впровадження готових систем; питання підготовки персоналу компанії до впровадження ІТ тощо. Перелік питань можна продовжити. Проте всі ці питання мають одну загальну ознаку – в них розглянуто застосування ІС до завдань менеджменту.

Другий напрям ІМ є глобальнішим і більшою мірою відтворює позицію фахівців галузі ІТ. Тут розглянуто питання інформаційного забезпечення різних галузей діяльності людини. Під інформаційним забезпеченням тут розуміють всю сукупність даних і підсистем опрацювання інформації усередині об'єкта. Розглянуто як зовнішні щодо об'єкта інформаційні підсистеми, так і внутрішні, як автоматизовані підсистеми, так і неавтоматизовані. Такий погляд, зрозуміло, не унеможливує розгляду конкретних “промислових” ІС різних областей і особливості їхнього використання, однак це стосується питань управління ІС.

Очевидно, що обидва напрями ІМ мають багато загального. Для першого і другого напрямів актуальні питання створення розвитку,

впровадження ІС, управління і підготовки персоналу. Для першого і для другого напряму характерні власні завдання застосування ІТ. Проте, другий напрям ІМ є системнішим і дає змогу об'єднати весь комплекс завдань застосування ІТ для виконання завдань управління підприємствами і організаціями.

Надалі розглядатимемо проблеми і завдання ІМ саме з погляду другого напряму. Тобто розглядатимемо завдання управління інформаційними системами з погляду фахівців галузі ІТ. Під інформаційним менеджментом розумітимемо весь комплекс питань пов'язаних з управлінням інформаційними системами різних сфер і рівнів управління.

Перелік завдань ІМ становить основний зміст ІМ у межах розгляду другого напряму.

#### 1. Формування технологічного середовища ІС.

Маються на увазі не проектні рішення зі створення ІС, а рішення менеджера як замовника зі створення технічного завдання для фахівців галузі ІТ, як виконавця рішення зі створення техніко-економічного обґрунтування для вищого менеджменту компанії.

Розширення світового ринку засобів автоматизації і інформатизації дають змогу створювати різні варіанти рішення в галузі формування технологічного середовища ІС. З позиції стратегічного менеджменту для формування технологічного середовища ІС компанії необхідно виконати таке:

- чи завжди прагнути використовувати новітні засоби в галузі ІТ; виникає ризик отримання незакінчених технологічних рішень, вибір ступеня децентралізації ІС;
- вибір норм проектування і експлуатації ІС – міжнародні норми, галузеві норми, нормативи одного певного виготівника, критерії (глобальні) вибору постачальника технологічною складовою ІС.

Ступінь децентралізації ІС компанії найчастіше вибирають на підставі наявного досвіду в компаніях аналогічного профілю і відповідно до ступеня децентралізації в організації інших функцій. Іноді під час формування технологічного середовища (із стратегічних міркувань) компанії вважають за краще мати єдиний технологічний парк. У такому разі використовують як внутрішні переваги – єдиний супровід і підтримку ІС, єдине навчання персоналу, так і зовнішні переваги – умови покупки і модернізації технологічних компонент ІС.

#### 2. Розвиток і обслуговування ІС.

Існує очевидний взаємозв'язок розвитку і обслуговування. Обсяг обслуговування, що зростає, ускладнює розвиток ІС, приводить до зростання нездійснених планів на розвиток ІС. Це пов'язано як з витратами фінансових ресурсів, втратами, що виникають внаслідок простоювань ІС, так і з витратами людських ресурсів. Тому в межах ІМ потрібно ухвалювати рішення:

- про співвідношення готових ІС і власних розробок; у цьому разі власні розробки повинні бути конкурентоспроможними і становити інтерес як вироби;
  - про співвідношення обслуговування у постачальника і власними силами; обслуговування готових купувальних засобів інформатизації краще здійснювати силами постачальника (розробника).
3. Планування в середовищі ІС.

Розрізняють стратегічний ІМ, оперативний ІМ. Між рівнями менеджменту існують відносини підлеглості. Цілі, що визначають на стратегічному рівні менеджменту, реалізуються на оперативному. Планування на стратегічному рівні ІМ є довгостроковим – від 3 до 5 років. Стратегічний ІМ визначає цілі з усіх питань ІС і способи їх досягнення. Завдання оперативного ІМ виконують, враховуючи глобальні завдання стратегічного планування і поточні завдання ІС компанії.

#### 4. Формування організаційної структури ІС.

Організаційна структура ІС повинна однозначно відповідати основній діяльності підприємства і здебільшого структурі самого підприємства. Загальноприйнятою основою для виконня завдань проектування і організації галузі ІС є структурний підхід.

Основні тенденції в організаційній структурі ІС:

- децентралізація технічна, технологічна;
  - впровадження типових робочих місць, використання могутніх стандартних проблемно-орієнтованих пакетів;
  - виникнення інформаційних центрів, що займаються повним комплексом питань функціонування ІС;
  - розвиток так званої “самопідтримки” користувачів; функції фахівців в галузі ІС і ІТ зводяться до консультацій підвищення значення ІС і відповідно інформаційних центрів в ієрархії компаній.
5. Використання і експлуатація ІС.

Використання ІС повинно бути максимально ефективним з погляду використання потужностей ІС і зайнятості персоналу. Експлуатація ІС повинна максимально задовольняти інтереси користувачів. Тенденції в експлуатації ІС:

- зсув інтересів користувачів від обчислювальних функцій окремих комп'ютерів у бік використання інформаційних мереж;
  - підвищення вимог до захищеності інформації і ІС загалом, зниження інтенсивності необхідного поточного обслуговування ІС.
6. Формування інноваційної політики.

Галузь ІТ є динамічною. Унаслідок цього готовність до інновацій в ІС стає явною і важливою культурою виробництва і підприємництва. Якщо стратегія компанії передбачає передове значення в своїй галузі, необхідні постійні інновації в ІС. Завданням ІМ такої компанії є виявлення перспективних напрямів в розвитку опрацювання інформації і перетворення їх в інноваційні проекти. Реалізація інноваційних проектів відбувається на оперативному рівні відповідно до стратегічних планів компанії.

#### 7. Управління персоналом в сфері ІС.

Надзвичайно важливий напрям ІМ. Об'єктом управління для інформаційного менеджера є не тільки персонал ІС, а весь персонал компанії. Основне завдання – зробити рядового співробітника-користувача союзником під час експлуатації і розвитку ІС. Попит на кваліфікованих співробітників у сфері економічної інформатики в нашій країні в перебігу найближчих років істотно визначатиме пропозицію.

У цій ситуації завданнями ІМ в сфері управління персоналом є:

- максимально використовувати кадровий ресурс підприємства;
- планувати підвищення кваліфікації користувачів ІС;
- створювати спеціальні програми з підвищення кваліфікації персоналу сфери ІТ і опрацювання інформації обліком інноваційних програм підприємства.

#### 8. Управління фінансами галузі ІС.

Фінансові кошти, що витрачаються на створення ІС, як правило дуже значні. Фінансові витрати повинні бути ефективні: окупуватися в заплановані терміни, приносити дохід. Бізнес просто не може собі дозволити іншого.

Плануючи створення і розвиток ІС, у будь-якій компанії починають оцінювати необхідні витрати на створення і володіння ІС.

Завданням ІМ є розглянути питання фінансів інформаційних систем в двох напрямках: інвестиції в інформаційні технології, створення і розвиток інформаційних систем; оцінювання сукупної вартості інформаційних систем.

## 1.6. Контрольні запитання

1. Які фактори впливають на формування інформаційного суспільства?
2. Що таке інформаційний менеджмент?
3. Що таке інформація, повідомлення, дані?
4. Які є характеристики та особливості інформації?
5. Що таке організація, система?
6. Що таке поведінка системи?
7. Охарактеризувати основні елементи системи.
8. Що таке інформаційна система?
9. Які є види забезпечення інформаційних систем?
10. Що таке база даних, сховище документів, сховище даних?
11. Що таке корпоративна інформаційна система?
12. Назвати ознаки, за якими класифікують інформаційні системи.
13. Що таке інформаційний ресурс?
14. Що таке інформаційна технологія?
15. Що таке інформаційний продукт, інформаційна послуга?
16. Яка мета інформаційного менеджменту?
17. Які є напрямки інформаційного менеджменту?
18. Які завдання інформаційного менеджменту?

## Розділ 2

# ПОНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Інформаційний менеджмент передбачає управління і розвиток інформаційних систем для підтримки діяльності організації, пов'язаної зі створенням та використанням інформації в її інтересах. Оскільки інформаційна система спрямована на перероблення (опрацювання) інформації, то вона є віддзеркаленням управління організацією. Інакше кажучи, інформаційна система є моделлю системи управління організацією, яка скерована на отримання точної, вчасної і корисної інформації на різних рівнях управління.

### 2.1. Поняття моделі і моделювання

Спочатку моделлю називали певний допоміжний засіб, об'єкт, який в потрібній ситуації замінював інший об'єкт. Проте зовсім не відразу зрозуміли універсальність законів природи, загальність моделювання, тобто не просто можливість, а й необхідність зображати будь-які наші знання у вигляді моделей. Наприклад, стародавні філософи вважали неможливим моделювання природних процесів, оскільки, за їхніми уявленнями, природні та штучні процеси підпорядковувалися різним закономірностям. Вони вважали, що відобразити природу можна тільки за допомогою логіки, методів міркувань, суперечок, тобто, за сучасною термінологією, мовних (дескриптивних) моделей. Через кілька століть девізом англійського Королівського наукового товариства стало гасло “Нічого словами!”, який виявився найкоротшим викла-

денням принципів природознавства: визнавалися тільки висновки, підкріплені експериментально або математичними викладеннями. У результаті дуже довго поняття “модель” належало тільки до матеріальних об’єктів спеціального типу, наприклад манекен (модель людської фігури), гідродинамічна зменшена модель греблі, моделі суден і літаків, опудала (моделі тварин) тощо.

Осмишлювання основних особливостей таких моделей привело до розроблення численних визначень, типовим призером яких слугує таке: моделлю називається якийсь об’єкт-заступник, який в певних умовах може замінити об’єкт-оригінал, відтворюючи цікаві для нас властивості і характеристики оригіналу, однак має істотні переваги зручності (наочність, прозорість, доступність випробувань, легкість оперування з ним тощо).

Потім були усвідомлені модельні властивості креслень, малюнків, карт – реальних об’єктів штучного походження, що втілюють абстракцію доволі високого рівня.

Наступний крок полягав у визнанні того, що моделями можуть слугувати не тільки реальні об’єкти, але й абстрактні, ідеальні побудови. Типовим прикладом слугують математичні моделі. У результаті діяльності математиків, логіків і філософів, які займалися дослідженням основ математики, була створена теорія моделей. У ній модель визначається як результат відображення однієї абстрактної математичної структури на іншу, також абстрактну, або як результат інтерпретації першої моделі в термінах і образах другої.

У ХХ ст. поняття моделі стає загальнішим, що охоплює і реальні, і ідеальні моделі. До того ж поняття абстрактної моделі вийшло за межі математичних моделей, почало стосуватися до будь-яких знань і уявлень про світ.

Варто зазначити, що суперечки навколо такого широкого тлумачення поняття моделі тривають і досі. Розглянемо аргументи, які фігурують у таких суперечках. Чи варто поняття абстрактної моделі поширювати на такі форми наукових знань, як закони, гіпотези, теорії? Прихильники позитивної відповіді на це запитання зазначають, що психологічний бар’єр неприйняття пояснюється тим, що поняття гіпотези, закономірності, теорії сформувалися і встановилися в мові науки і філософії значно раніше, ніж поняття моделі. Ці поняття, будучи історично першими, сприймають і як логічно первинні, причому в цій схемі

моделі відводять значення лише допоміжного засобу. Однак зміст поняття моделі не виправдано звужують. Річ у тому, що класифікувати гіпотезу або теорію як модель зовсім не означає підміну одного поняття іншим або ототожнення цих, безумовно, різних понять. Моделі можуть бути якісно різними, вони утворюють ієрархію, в якій модель вищого рівня (наприклад, теорія) містить моделі нижніх рівнів (скажімо, гіпотези) як свої частини, елементи. Важливо також, що визнання ідеальних уявлень, наукових побудов, законів як моделей підкреслює їхню відносну істинність.

Інше важливе запитання: чи не означає таке широке тлумачення моделі, що це поняття стає застосовним до всього і, отже, логічно порожнім? Це питання дає можливість обговорити деякі особливості моделей. По-перше, ще раз відзначимо ієрархічність моделей, тому стосовно різних об'єктів поняття моделі може мати різний зміст. По-друге, той факт, що будь-який об'єкт може бути використаний як модель, зовсім не означає, що він не може бути нічим іншим. Наприклад, черевик також може бути моделлю його власника (скажімо, за запахом черевика розшукова собака відшукає переслідуваного; за станом черевика можна стверджувати про деякі особливості складання і навіть риси характеру його господаря), але це не позбавляє сенсу ні поняття “взуття”, ні поняття “модель”. По-третє, самі загальні поняття зовсім не є логічно порожніми: матерія, рух, енергія, організація, система, модель.

Спочатку у сфері наукових дисциплін інформаційного, кібернетичного, системного напрямків, а потім і в інших галузях науки модель почали усвідомлювати як щось універсальне, хоча і реалізоване різними способами.

Модель – це спосіб існування знань.

Визначення 2.1. У широкому сенсі під моделюванням необхідно розуміти адекватне відображення найістотніших аспектів досліджуваного об'єкта або явища з точністю, яка необхідна для практичних потреб.

У загальному випадку моделюванням можна назвати також особливу форму опосередкування, основою якого є формалізований підхід до дослідження складної системи.

Теоретичною базою моделювання є теорія подібності. Подібність – це взаємно однозначна відповідність між двома об'єктами, за якого

відомі функції переходу від параметрів одного об'єкта до параметрів іншого, а математичні описи цих об'єктів можна перетворити в тотожні. Теорія подібності дає можливість встановити наявність подібності або розробити спосіб його отримання.

Визначення 2.2. Моделювання – це подання об'єкта дослідження адекватною (подібною) йому моделлю та проведення експериментів з моделлю для отримання інформації про об'єкт дослідження.

Під час моделювання модель виступає і як засіб, і як об'єкт досліджень, що перебуває у відношенні подібності до модельованого об'єкта.

Інакше кажучи, модель – це фізична або інформаційна система, що є об'єктом дослідження адекватних цілей дослідження.

## 2.2. Призначення моделей

Моделювання – це невід'ємний етап будь-якої цілеспрямованої діяльності. Будь-який процес праці – це діяльність, спрямована на досягнення певної мети. Цільовий характер має будь-яка діяльність людини, вона завжди доцільна, цілеспрямована.

Найважливішим організувальним елементом діяльності є мета – образ бажаного майбутнього, тобто модель стану, на реалізацію якого спрямована діяльність.

Однак значення моделювання цим не обмежується. Системність діяльності виявляється в тому, що вона здійснюється за певним планом, або, як частіше кажуть, за певним алгоритмом. Тобто алгоритм – образ майбутньої діяльності, її модель. В алгоритмі моделюються всі можливі ситуації, залежно від різних проміжних значень параметрів; можливі кроки діяльності не виконуються реально, а програються на моделі.

Людину як суб'єкта моделювання можуть цікавити три аспекти об'єкта моделювання:

- зовнішній вигляд;
- структура;
- поведінка.

Цілі і завдання моделювання впливають на вибір одного з цих трьох аспектів. Кожен аспект моделювання розкривається через сукупність властивостей.

Так, опис зовнішнього вигляду об'єкта зводиться до перерахування його ознак. У мові ці ознаки часто виражаються прикметниками: гарний, жовтий, круглий, довгий тощо. Як правило, моделювання зовнішнього вигляду об'єкта необхідне для:

- ідентифікації (впізнання) об'єкта (створення фоторобота злочинця);
- довготривалого зберігання (фотографія, портрет).

Опис структури зазвичай зводиться до перерахування складових елементів об'єкта і встановлення зв'язку між ними. У мові ці елементи і зв'язки часто виражаються іменниками: електрон, протон, нейтрон, сила тяжіння, енергетичний рівень (під час описування атома). Моделювання структури об'єкта насамперед необхідне для:

- наочного подання цієї структури;
- вивчення властивостей об'єкта;
- виявлення значущих зв'язків;
- вивчення стабільності об'єкта.

Поведінка об'єкта характеризується зміною його зовнішнього вигляду і структури з плином часу в результаті взаємодії з іншими об'єктами. У мові, як правило, воно виражається дієсловами: зберігається, розвивається, укрупнюється, перебудовується, поламаний, перетворюється тощо. Поведінкою об'єкта назвемо зміни, які відбуваються з цим об'єктом з плином часу. Моделювання поведінки необхідне, зокрема, для:

- прогнозування;
- встановлення зв'язків з іншими об'єктами;
- управління;
- конструювання технічних пристроїв.

Деякі властивості можна охарактеризувати величинами, які приймають числові значення. Наприклад, одиницями маси, довжини, потужності тощо. У такому разі вони називаються параметрами.

## 2.3. Види моделей

Множинність моделей одного об'єкта зумовлена зокрема тим, що для різних цілей потрібно будувати (використовувати) різні моделі. Однією з причин для класифікації моделей може бути співвідношення

типів моделей з типами цілей. Наприклад, моделі можна розділити на пізнавальні та прагматичні.

Пізнавальні моделі є формою організації та подання знань, засобом поєднання нових знань з наявними. Тому у разі виявлення розбіжності між моделлю і реальністю необхідно усунути цю розбіжність за допомогою зміни моделі, наближаючи модель до реальності.

Прагматичні моделі є засобом управління, засобом організації практичних дій, способом подання зразкових дій або їхнього результату. Тому у разі виявлення розбіжності між моделлю і реальністю необхідно усунути цю розбіжність за допомогою зміни реальності так, щоб наблизити її до моделі.

Отже, прагматичні моделі мають нормативний характер, є стандартом, зразком, під які “підганяють” як саму діяльність, так і її результат.

Прикладами прагматичних моделей можуть слугувати плани, програми дій, статuti організацій, кодекси законів, алгоритми, робочі креслення і шаблони, параметри відбору, технологічні допуски, екзаменаційні вимоги тощо.

Розрізняють фізичні та абстрактні моделі.

Фізичні моделі утворюються із сукупності матеріальних об’єктів. Для їх побудови використовуються різні фізичні властивості об’єктів, причому природа застосованих у моделі матеріальних елементів не обов’язково та сама, що і в досліджуваному об’єкті. Прикладом фізичної моделі є макет.

Інформаційна (абстрактна) модель – це опис об’єкта досліджень певною мовою. Абстрактність моделі виявляється в тому, що її компонентами є поняття, а не фізичні елементи (наприклад, словесні описи, креслення, схеми, графіки, таблиці, алгоритми або програми, математичні описи).

Інформаційні моделі описують поведінку об’єкта-оригіналу, але не копіюють його. Інформаційна модель – це цілеспрямовано відібрана інформація про об’єкт, яка відображає найістотніші для дослідника властивості цього об’єкта.

Серед інформаційних (абстрактних) моделей розрізняють:

- дескриптивні, наочні і змішані;
- гносеологічні, інфологічні, кібернетичні, сенсуальні (почуттєві), концептуальні, математичні.

Гносеологічні моделі спрямовані на вивчення об'єктивних законів природи (наприклад, моделі сонячної системи, біосфери, світового океану, катастрофічних явищ природи).

Інфологічна модель (вузьке тлумачення) – параметричне зображення циркуляції інформації, яка підлягає автоматизованому опрацюванню.

Сенсуальні моделі – моделі відчуттів, емоцій, або моделі, що впливають на почуття людини (наприклад, музика, живопис, поезія).

Концептуальна модель – це абстрактна модель, що виявляє причиново-наслідкові зв'язки, властиві досліджуваному об'єкту і істотні в межах певного дослідження. Основне призначення концептуальної моделі – виявлення набору причиново-наслідкових зв'язків, урахування яких необхідне для одержання потрібних результатів. Один і той самий об'єкт можна подавати різними концептуальними моделями, які будують залежно від мети дослідження. Так, одна концептуальна модель може відображати часові аспекти функціонування системи, інша – вплив відмов на працездатність системи.

Математична модель – абстрактна модель, подана мовою математичних відношень. Вона має форму функціональних залежностей між параметрами, що враховуються відповідною концептуальною моделлю. Ці залежності конкретизують причиново-наслідкові зв'язки, виявлені у концептуальній моделі, і характеризують їх кількісно.

Отже, модель – це спеціальний об'єкт, який у певному сенсі заміщує оригінал. Принципово не існує моделі, яка була б повним еквівалентом до оригіналу. Будь-яка модель відображає лише певні аспекти оригіналу. Тому з метою отримання великих знань про оригінал доводиться користуватися сукупністю моделей.

Складність моделювання як процесу полягає у відповідному виборі такої сукупності моделей, які заміщують реальний пристрій або об'єкт у необхідних відношеннях.

Наприклад, систему диференціальних рівнянь, що описує процеси перемикання в елементах цифрового пристрою, можна використовувати для оцінювання їхньої швидкодії (часу перемикання), але недоцільно застосовувати для побудови тестів або тимчасових

діаграм роботи пристрою. Очевидно, в останніх випадках необхідно скористатися будь-якими іншими моделями, наприклад, логічними рівняннями.

## 2.4. Рівні моделювання

Відомі два основні підходи до аналізу і синтезу складних систем:

1. Класичний (або індуктивний) підхід – система розглядається з позицій переходу від часткового до загального і синтезується (конструюється) за допомогою злиття її елементів, що розробляються окремо.
2. Системний підхід – передбачає послідовний перехід від загального до часткового, коли в основі розгляду лежить мета, причому досліджуваний об'єкт виділяється з навколишнього середовища.

Системний підхід дає змогу вирішити проблему побудови складної системи з урахуванням усіх чинників і можливостей, пропорційно до їхньої значущості, на всіх етапах дослідження системи і побудови її моделі. Системний підхід означає, що кожна система є цілісною навіть тоді, коли вона складається з окремих роз'єднаних підсистем. Крім того розгляд системи починається з формулювання мети її функціонування.

Системний підхід передбачає такі основні етапи роботи:

1. Виділення об'єкта дослідження від загальних явищ. Окреслення контурів, меж системи, його основних частин, елементів, зв'язку з навколишнім середовищем. Встановлення мети дослідження: з'ясування структури або функції системи, зміна і перетворення її діяльності або наявність тривалого механізму керування і функціонування. Мета функціонування системи визначає межі цієї системи, тобто які елементи входять у систему, а які – ні (входять в інші системи).
2. З'ясування основних критеріїв для забезпечення доцільної або цілеспрямованої дії системи, а також основні обмеження і умови існування.
3. Визначення альтернативних варіантів під час вибору структур або елементів для досягнення заданої мети. Необхідно врахувати всі чинники, що впливають на систему і всі можливі варіанти вирішення проблеми.

4. Складання моделі функціонування системи, враховуючи всі істотні чинники. Істотність чинників визначається за їхнім впливом на визначальні критерії мети.
5. Оптимізація режиму існування або роботи системи. Градація рішень за їхнім оптимальним ефектом, за функціонуванням (за досягненням мети).
6. Проектування оптимальних структур і функціональних дій системи. Визначення оптимальної схеми їх регулювання або керування.
7. Контроль за роботою системи в експлуатації, визначення її надійності і працездатності. Встановлення надійного зворотного зв'язку за наслідками функціонування.

Усі ці етапи зазвичай проводять повторно у вигляді декількох циклів, поступово наближаючись до оптимальних рішень. Після кожного циклу уточнюють критерії та інші параметри моделі. Важливо уточнювати потоки інформації для точнішого прогнозування поведінки систем і ефективніше керувати ними.

Основною закономірністю у відношеннях між всіма системами та їхніми елементами є ієрархічна структура їхнього загального розташування на багатьох рівнях [33]. Будь-яка система сама має ієрархічну структуру. Її елементи утворюють нижній рівень, а сама система з її структурою, загальними властивостями і функціональною спрямованістю утворює вищий рівень.

Кожна система є частиною або елементом системи вищого рівня. До того ж система складається з елементів, які також є системами, що складаються з елементів нижчого рівня.

Ієрархічна система не є одновимірною, тобто ієрархії переплітаються між собою. Конкретні елементи або системи можуть брати участь у багатьох ієрархічних комплексах. Як системи, так і елементи розглядаються в ієрархічному комплексі за критеріями однієї цільової спрямованості або доцільності. Проте, системи або їхні елементи можуть мати багато цільових спрямувань. Тим самим вони беруть участь у багатьох цільових ієрархічних комплексах.

Приклад 2.1. Конкретну книгу можна часто за змістом і тематикою зарахувати до складу багатьох ієрархічних комплексів. Відомо, що здебільшого важко знайти правильний шифр для книги в бібліографічному покажчик. Наприклад, у книгах з кібернетики часто розглядають питання з інших наук: інформатики, психології, фізики,

математики тощо. Отже, книга може належати до ієрархічного комплексу за багатьма галузям знань. Часто дані та ідеї, істотні для одного наукового напрямку, заховані в книгах і журналах іншого спрямування.

Отже, кожен елемент або система перебуває під впливом різних ієрархічних комплексів і у разі поєднання їхніх математичних описів необхідно використовувати закони перетину і об'єднання множин. Тому побудова моделі системи належить до системних завдань, виконуючи які необхідно враховувати величезну кількість початкових даних. Використання системного підходу в цих умовах дає змогу не тільки побудувати модель реального об'єкта, але і на базі цієї моделі вибрати необхідну кількість керівної інформації в реальній системі, оцінити показники її функціонування, а також на базі моделювання знайти найефективніший варіант побудови і оптимальний режим функціонування реальної системи.

Відповідно до системного підходу під час автоматизованого проектування складних систем моделювання їхніх елементів і функціональних вузлів виконується у декілька етапів, на різних рівнях, що відповідають певним рівням проектування.

Методика моделювання безпосередньо залежить від рівня моделювання, тобто від ступеня деталізації опису об'єкта. Кожному рівню моделювання ставиться у відповідність певне поняття системи, елемента системи, закону функціонування елементів системи загалом і зовнішніх дій.

Залежно від ступеня деталізації опису складних систем і їх елементів можна виокремити три основні рівні моделювання.

1. Рівень структурного або імітаційного моделювання складних систем з використанням їхніх алгоритмічних моделей (моделюючих алгоритмів) із застосуванням спеціалізованих мов моделювання, теорій множин, алгоритмів, формальних граматики, графів, масового обслуговування, статистичного моделювання.
2. Рівень логічного моделювання функціональних схем елементів і вузлів складних систем, моделі яких подають у вигляді рівнянь безпосередніх зв'язків (логічних рівнянь) і будують із застосуванням апарата двозначної або багатозначної логіки.
3. Рівень кількісного моделювання (аналізу) функціональних схем елементів складних систем, моделі яких подають у вигляді систем нелінійних алгебраїчних або інтегро-дифференціальних рівнянь і

досліджують із застосуванням методів функціонального аналізу, теорії диференціальних рівнянь, математичної статистики.

Сукупність моделей об'єкта на структурному, логічному і кількісному рівнях моделювання є ієрархічною системою, що розкриває взаємозв'язок різних аспектів опису об'єкта і забезпечує системну зв'язність його елементів і властивостей на всіх стадіях проектування. Під час переходу на вищий рівень абстрагування згортають дані про модельований об'єкт, у разі переходу до детальнішого рівня опису – ці дані розгортають.

Найістотношою характеристикою систем є їхня структура, що визначає кількість складових їхніх елементів та взаємовідношення між ними. Наведемо декілька визначень поняття структури.

Визначення 2.3. Структура – це вид взаємозв'язку елементів у системі, що залежить від закономірностей, за якими елементи перебувають у взаємних впливах.

Визначення 2.4. Структура – це впорядкованість (композиція) елементів, що є сталою (інваріантною) щодо певних змін (перетворень).

Визначення 2.5. Структура – це порівняно стійкий, впорядкований спосіб зв'язку елементів, що надає їхній взаємодії цілісний характер.

На структурному рівні моделюється склад елементів об'єкта на нижчому рівні структуризації. До структур належать бінарні відношення ієрархічної підпорядкованості, відношення порядку, суміжності, зв'язаності, функціонального зв'язку.

Так, на структурному рівні моделюються ранні етапи проектування об'єкта, коли моделлю об'єкта слугує орієнтований граф  $S(V, E)$ , який складається з змістовного опису складу (множини вершин  $V$ ) і способу дії об'єкта (множини ребер  $E$ ). Вершинами цього графа  $v_i$  (елементами об'єкта) є, як правило, функціонально завершені блоки (частини) об'єкта, а ребрами  $e_j$  – інформаційні зв'язки між ними.

Структурні відношення між елементами множини  $V$  описуються матрицею суміжності, рядки і стовпці якої відповідають вершинам графа структурної моделі, а її  $C_{ij}$ -й елемент дорівнює кількості ребер, напрямлених від вершини  $v_i$  до вершини  $v_j$ . Відношення між елементами множини  $V$  і  $E$ , тобто між вершинами і ребрами графа, описуються у

вигляді булевої матриці інцидентності, рядки якої відповідають вершинам, а стовпці – ребрам графа; до того ж її  $a_{ij}$  елемент дорівнює +1, якщо  $v_i$  – початкова вершина ребра  $e_j$ , -1, якщо  $v_i$  – кінцева вершина ребра  $e_j$ .

На логічному рівні моделювання кожній множині, булевій матриці бінарних відношень або структурному графові відповідають набори логічних відношень між вхідними елементами, поданих у вигляді логічних змінних. Множинам  $V$  і  $E$  також відповідають певні логічні відношення, що відображають причиново-наслідкові зв'язки. Останні описують послідовності зміни станів об'єкта з урахуванням стану інших, необов'язково суміжних з ним, об'єктів.

Під час кількісного моделювання кожному елементу множини булевої матриці або логічної змінної ставиться у відповідність алгебра й інша кількісна змінна, а логічні відношення переходять у кількісні відношення, наприклад, рівняння, нерівності.

На кожному з основних рівнів моделювання можливі описи об'єкта з різним ступенем повноти і узагальнення, оскільки існують різні ступені деталізації структурних, логічних і кількісних властивостей і відношень. Проте завдання побудови необхідної наближеної моделі, яка б достатньо точно відображала характерні властивості об'єкта або його елемента на конкретному рівні проектування і до того ж була доступною для дослідження, є доволі важким.

## 2.5. Моделі систем

Відомо багато визначень поняття системи. Найпростішим є таке: системи – це засіб досягнення мети, а мета – це суб'єктивний абстрактний образ ще не дійсного, але бажаного стану середовища або навколишнього світу.

Легко показати, що цілі систем можуть бути неоднозначними, тобто одну і ту саму систему можна використовувати для різних цілей.

Чітко сформулювати мету навіть відомих систем складно, тим більше сформулювати мету проектування систем. Тому для полегшення виконання завдання створення систем необхідне застосування моделювання, оскільки для визначень і точної характеристики будь-якої системи потрібно удосконалювати і розвивати її модель.

Найпростішою моделлю системи є модель “чорного ящика” рис. 2.1. Ідея використання “чорного ящика” виникла через недостатність відомостей про внутрішню будову (структуру) самої системи.

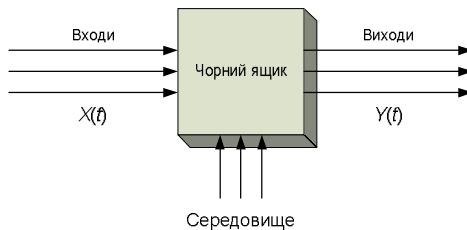


Рис. 2.1. Схема моделі “чорного ящика”

“Чорний ящик” має такі властивості:

- цілісність;
- відокремленість від середовища.

Перша властивість свідчить про те, що ящик виділений з середовища, а друга – він не є повністю ізольованим від нас, тобто пов’язаний зі середовищем зв’язками. Як середовище діє на нього, так і він діє на середовище.

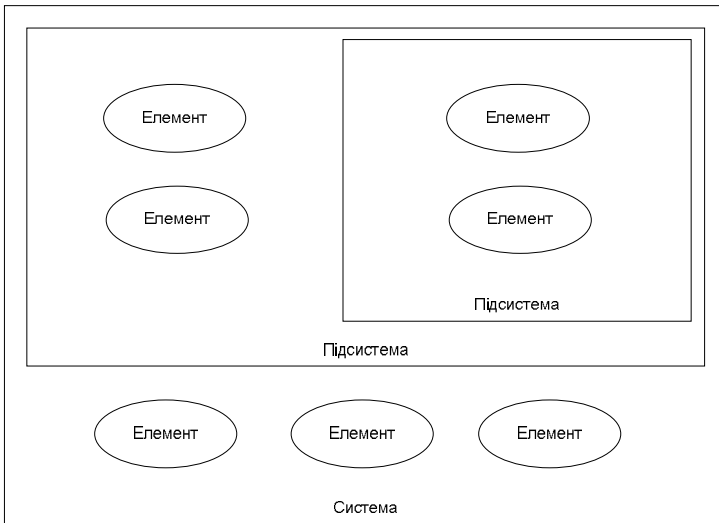
Разом з очевидністю простоти моделі “чорного ящика” під час описування будь-якої реальної системи дуже часто виникають труднощі у визначенні всіх входів і виходів цієї системи. Використання моделі “чорного ящика” надає ті результати, які визначаються метою системи. Вибір входів “чорного ящика” є протилежним завданням. Неврахування деяких вхідних або вихідних параметрів системи приводить часто до поганого досягнення поставленої мети.

Очевидно, що модель “чорного ящика” не розглядає внутрішній устрій системи, тому для розвитку моделювання і деталізації описування складу системи потрібне ускладнення моделі, тобто створення моделі складу системи (рис. 2.2).

Ця модель описує основні складові частини системи, розглядає елементи системи як нероздільні частини і підсистеми, тобто модель складу ілюструє ієрархію складових частин системи.

На перший погляд, ця модель видається простою, але якщо сформулювати завдання експертам визначити склад однієї і тієї самої

системи, то у кожного експерта буде своя модель, що відрізняється від моделей інших. Це пояснюється тим, що, по-перше, поняття елемента у всіх буде різним. По-друге, оскільки модель складу є діловою, то для різних цілей потрібні різні складові частини цієї системи і, по-третє, ділення всієї системи над підсистеми є відносним або умовним, оскільки межі цих підсистем, кількість цих підсистем і їхній склад будуть різними, а значить і моделі будуть різними.



*Рис. 2.2. Схема моделі складу систем*

Для досягнення багатьох практичних цілей недостатньо моделей “чорного ящика” або моделі складу, необхідно ще правильно з’єднати всі елементи між собою, тобто встановити або визначити відношення між елементами.

Сукупність необхідних і достатніх для досягнення цілей відношень між елементами називається структурою системи.

Під час побудови системи розглядаємо лише деяку сукупність важливих відношень. У кожному відношенні бере участь не менше двох об’єктів. У цьому випадку модель охоплює “чорний ящик”, модель складу і модель структури. Разом вони утворюють ще одну модель, яка називається структурною схемою системи.

Часто структурна схема описується за допомогою математичної моделі. Проте тепер системи описують за допомогою схеми, що складається з елементів і зв'язків між ними. Така схема називається графом (рис. 2.3).

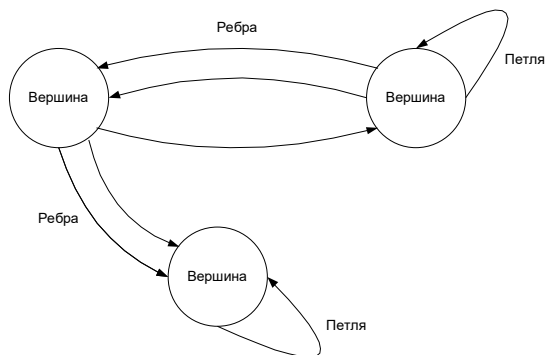


Рис. 2.3. Схема елементів графів

У графах елементи називаються вершинами, а зв'язки між ними називаються ребрами, і вершини позначаються кругами, а зв'язки – у вигляді ліній. Якщо не вказані напрями зв'язку, то такий граф називається неорієнтованим.

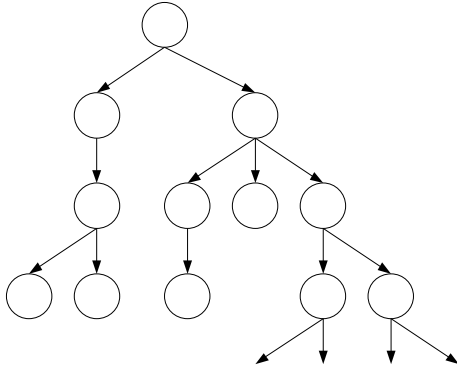
Вершини можуть з'єднуватися між собою будь-якою кількістю ребер (ліній), і вершина може бути пов'язана сама з собою – тоді ребро називається петлею.

Якщо зв'язки між вершинами мають числову характеристику, то вони позначаються різними лініями і мають різні ваги, а графи називаються зваженими.

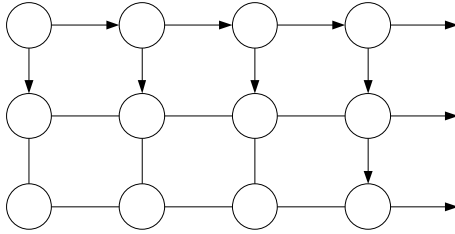
Часто структура інформації, що міститься в графах, для деяких досліджень недостатня, тому методи теорії графів стають допоміжними, а головними є функціональні зв'язки між входами і виходами або внутрішніми зв'язками системи (рис. 2.4, 2.5, 2.6, 2.7).



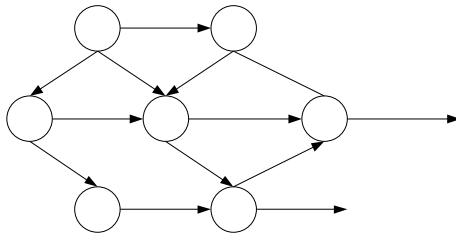
Рис. 2.4. Лінійна структура графів



*Рис. 2.5. Деревовидна структура графів*



*Рис. 2.6. Матрична структура графів*



*Рис. 2.7. Мережна структура графів*

Наприклад, за допомогою орієнтованих графів зображаються схеми баз даних та функціональні схеми інформаційних систем.

## 2.6. Дискретні інформаційні моделі

Система – це категорія віддзеркалення, форма подання реальності доступними розумінню засобами. Сама реальність (природа) є неперервна і цілісна, тобто не містить ніяких наперед заданих частин, які ми виділяємо в ній за власним бажанням для зручності вивчення, і які, зазвичай, ніколи не зустрічаються в природі окремо одна від одної. Отже, система – це спосіб відтворення і віддзеркалення неперервної цілісності засобами нашої свідомості, нашої логіки. Інакше кажучи, система – це дискретна модель неперервної реальності.

Як і будь-яка модель, система може бути: фізичною та інформаційною (абстрактною) моделлю.

Під час вивчення будь-яких систем завжди вводиться людський чинник, що приводить до певних неточностей. Для вимірювання цих неточностей існує поняття невизначеності, яке описує недостатність інформації. Власне наявність інформації зменшує невизначеність.

Для того, щоб два об'єкти містили інформацію один про одного, необхідно, щоб між їхніми станами існувала певна відповідність. Таку відповідність можна встановити тільки в результаті фізичної взаємодії між об'єктами, або через проміжні об'єкти.

Сигнал – це матеріальний носій інформації, засіб перенесення інформації в часі і просторі, тобто це стан об'єкта, а будь-який стан має сигнальні властивості.

У (штучних) системах сигнали організовують спеціально, їх створюють, тобто створюється сигнальний стан, який називається кодом. Завжди на цю відповідність між об'єктами, через передавання сигналів впливають перешкоди – шуми.

Передаючи інформацію за допомогою сигналів кожному описуваному об'єкту або поняттю ставиться у відповідність деякий числовий код. Зв'язки між кодованими сутностями також подаються кодами (адресами і покажчиками). Для такого перекладу неформальних даних у формальний, цифровий вигляд повинні використовуватися спеціальні таблиці – таблиці кодування, що дозволяють порівнювати кодовані сутності з їхніми кодами. Найпростіший приклад такої таблиці – це ASCII (American Standard Code for Information Interchange), що використовується в обчислювальній техніці. Вона ставить у відповідність

друкованим і керівним символам (керівними є, наприклад, символи, що відзначають кінець рядка або сторінки) числа від 0 до 127.

На практиці звичайно використовують не ASCII, а так званий розширений ASCII (ASCII+), що описує коди 256 символів (від 0 до 255). Перші 128 позицій розширеного ASCII збігаються зі стандартом, а додаткові 128 позицій визначаються виробником обладнання або системного програмного забезпечення. Крім того, деяким керівним символам ASCII іноді призначають інше значення.

Хоча таблиці кодування використовують для формалізації інформації, самі вони мають неформальну природу, будучи мостом між реальними і формальними даними. Наприклад, коду 65 в ASCII відповідає заголовна латинська буква A, але не конкретна, а будь-яка. Цьому коду відповідатиме буква A, набрана жирним прямим шрифтом, і буква A, набрана нежирним з нахилом праворуч на  $9.5^\circ$  шрифтом, і навіть буква готичного шрифту. Завдання зіставлення реальної букви до її коду в обраній таблиці кодування дуже складне і частково вирішується програмами розпізнавання символів (наприклад, Fine Reader).

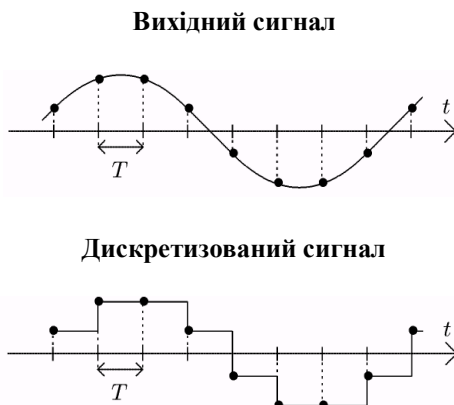
Оскільки інформація стосується як неперервної реальності, так її дискретної моделі, то вона, відповідно, може бути двох видів:

- дискретна (цифрова);
- неперервна (аналогова).

Дискретна інформація характеризується послідовними точними значеннями певної величини, а неперервна – неперервним процесом зміни певної величини. Неперервну інформацію може, наприклад, видавати датчик атмосферного тиску або датчик швидкості автомашини. Дискретну інформацію можна отримати від будь-якого цифрового індикатора: електронних годинників, лічильника магнітофона тощо.

Дискретна інформація є зручнішою для того, щоб її опрацьовувала людина, але неперервна інформація часто трапляється в практичній роботі, тому необхідно вміти перетворювати неперервну інформацію в дискретну (дискретизація) і навпаки. Модем (це слово походить від слів “модуляція” і “демодуляція”) є пристроєм для такого перекладу: він перетворює цифрові дані від комп’ютера в звук або електромагнітні коливання-копії звуку і навпаки.

Під час перекладу неперервної інформації в дискретну важливим є так звана частота дискретизації  $\nu$ , що характеризує період ( $T=1/\nu$ ) визначення значення неперервної величини (див. рис. 2.8).



*Рис. 2.8. Дискретизація неперервних величин*

Чим вища частота дискретизації, тим точніше перекладається неперервна інформація в дискретну. Але зі зростанням цієї частоти зростає і розмір дискретних даних, одержуваних за такого перекладу, і, отже, складність їхнього опрацювання, передавання та зберігання. Однак для підвищення точності дискретизації не обов'язкове безмежне збільшення її частоти. Цю частоту розумно збільшувати лише до межі, що визначається за теоремою про вибірки або законом Найквіста (Nyquist).

Будь-яка неперервна величина описується множиною накладених один на одного хвильових процесів, які називаються гармоніками, що визначаються функціями вигляду  $A \sin(\omega t + \varphi)$ , де  $A$  – це амплітуда,  $\omega$  – частота,  $t$  – час і  $\varphi$  – фаза.

З теореми про вибірки зрозуміло, що для точної дискретизації її частота повинна бути не менше ніж у два рази вища від найбільшої частоти гармоніки, що входить до дискретизованої величини [40].

Прикладом використання цієї теореми є лазерні компакт-диски, звукова інформація на яких зберігається в цифровій формі. Чим вищою буде частота дискретизації, тим точніше відтворюватимуться звуки і

тим менше їх можна буде записати на один диск, але вухо звичайної людини здатне розрізняти звуки з частотою до 20 КГц, тому точно записувати звуки з більшою частотою безглуздо. Відповідно до теореми про вибірки частоту дискретизації потрібно вибрати не меншою 40 КГц (у промисловому стандарті на компакт-диску використовують частоту 44.1 КГц).

Під час перетворення дискретної інформації в неперервну визначальною є швидкість цього перетворення: чим вона вища, тим з високочастотнішими гармоніками вийде неперервна величина. Але чим більші частоти є в цій величині, тим складніше з нею працювати. Наприклад, звичайні телефонні лінії призначені для передавання звуків частотою до 3 КГц.

Пристрої для перетворення неперервної інформації в дискретну узагальнено називаються АЦП (аналого-цифровий перетворювач) або ADC (Analog to Digital Converter, A/D), а пристрої для перетворення дискретної інформації в аналогову – DAC (Digital to Analog Converter, D/A).

Для зберігання інформації використовують спеціальні пристрої пам'яті. Дискретну інформацію зберігати набагато простіше від неперервної, тому що вона описується послідовністю чисел. Якщо подати кожне число в двійковій системі числення, то дискретна інформація відобразиться у вигляді послідовностей нулів та одиниць. Присутність або відсутність якої-небудь ознаки у певному пристрої може описувати певну цифру в якій-небудь з цих послідовностей. Наприклад, позиція на дискеті описує місце цифри, а полярність намагніченості – її значення. Для записування дискретної інформації можна використовувати перемикачі, перфокарти, перфострічки, різні види магнітних та лазерних дисків, електронні тригери тощо. Одна позиція для двійкової цифри в описуванні дискретної інформації називається бітом (bit, binary digit). Біт слугує для вимірювання інформації. Інформація розміром в один біт міститься у відповіді на запитання, яке потребує відповіді “так” або “ні”.

Зберігати неперервну інформацію дуже складно. Неперервну інформацію теж вимірюють у бітах.

Біт – це дуже маленька одиниця, тому часто використовується величина в 8 разів більша – байт (byte). Байт зазвичай позначають великою літерою В або Б. Як і для інших стандартних одиниць

вимірювання для біта і байта існують похідні від них одиниці, утворені за допомогою префіксів кіло (К), мега (М), гіга (G або Г), тера (Т), пета (Р або П) тощо. Але для бітів і байтів вони означають не степені числа 10, а степені двійки: кіло –  $2^{10} = 1024 \approx 10^3$ , мега –  $2^{20} \approx 10^6$ , гіга –  $2^{30} \approx 10^9$ , тера –  $2^{40} \approx 10^{12}$ , пета –  $2^{50} \approx 10^{15}$ . Наприклад,  $1 \text{ KB} = 8 \text{ Kbit} = 1024 \text{ B} = 8192 \text{ bit}$ ,  $1 \text{ MB} = 1024 \text{ KB} = 1\,048\,576 \text{ B} = 8192 \text{ Kbit}$ .

Для опрацювання інформації використовують обчислювальні машини, які бувають двох видів: ЦОМ (цифрова обчислювальна машина) – для опрацювання дискретної інформації, АОМ (аналогова обчислювальна машина) – для опрацювання неперервної інформації. ЦОМ є універсальними, оскільки на них можна вирішувати будь-які обчислювальні задачі з будь-якою точністю, але із зростанням точності швидкість їх роботи зменшується. ЦОМ – це звичайні комп'ютери.

Кожна АОМ призначена тільки для вузького класу задач, наприклад, інтегрування або диференціювання. Якщо на вхід такої АОМ подати сигнал, що описується функцією  $f(t)$ , то на її виході з'явиться сигнал –  $F(t)$  або  $f'(t)$ . АОМ працюють дуже швидко, але їхня точність обмежена і не може бути збільшена без апаратних переробок. Програма для АОМ – це електрична схема із заданого набору електронних компонент, яку потрібно фізично зібрати.

Бувають ще й гібридні обчислювальні машини, що поєднують у собі елементи як ЦОМ, так і АОМ.

На рис. 2.9 зображена схема передавання інформації.

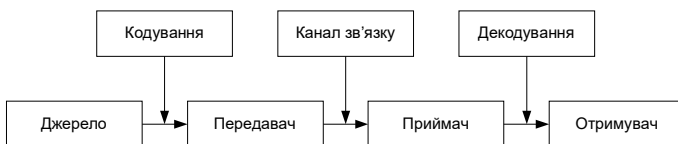


Рис. 2.9. Схема передавання інформації

Кодуванням, наприклад, є шифрування повідомлення, декодуванням – його дешифрування.

Процедури кодування і декодування можуть повторюватися багато разів. Помилки під час передавання інформації відбуваються через:

- шум в каналі (атмосферні та технічні перешкоди);
- помилки кодування;
- помилки декодування.

Швидкість передавання інформації вимірюється в кількості переданих за одну секунду біт або в бодах (baud): 1 бод = 1 біт / с (bps). Похідні одиниці для бода такі самі як і для біта і байта, наприклад, 10 Kbaud = 10240 baud.

Інформацію можна передавати послідовно, тобто біт за бітом, і паралельно, тобто групами фіксованої кількості біт. Паралельний спосіб швидший, але він часто технічно складніший і дорожчий, особливо під час передавання даних на великі відстані.

## 2.7. Контрольні запитання

1. Що таке модель і моделювання?
2. Які є цілі і завдання моделювання?
3. Які є види моделей?
4. Що таке інформаційна модель та інформаційне моделювання?
5. Які є підходи до аналізу і синтезу складних систем?
6. У чому полягає системний підхід до моделювання складних систем?
7. Якою є структура складних систем?
8. Які є рівні моделювання складних систем?
9. Описати модель системи у вигляді "чорного ящика".
10. Описати модель складу системи.
11. Описати моделі структури системи.
12. Описати передавання інформації за допомогою сигналів.
13. Пояснити відмінність між дискретною та неперервною інформацією.
14. Що таке дискретна інформаційна модель?

## Розділ 3

### ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ІНФОДИНАМІКИ

Кібернетика – це наука про загальні закони отримання, зберігання, передавання і опрацювання інформації. Її основний предмет дослідження – це так звані кібернетичні системи, що розглядаються абстрактно, незалежно від їх матеріальної природи. Приклади кібернетичних систем: автоматичні регулятори в техніці, комп'ютери, мозок людини або тварин, біологічна популяція, соціум.

Часто кібернетику пов'язують з методами штучного інтелекту, оскільки вона розробляє загальні принципи створення систем управління і систем для автоматизації розумової праці. Основними розділами (вони фактично абсолютно самостійні і незалежні) сучасної кібернетики вважають: теорію інформації, теорію алгоритмів, теорію автоматів, дослідження операцій, теорію оптимального управління і теорію розпізнавання образів.

Родоначальниками кібернетики (датою її зародження вважається 1948 рік, рік відповідної публікації) вважаються американські учені Норберт Вінер (Wiener) і Клод Шеннон (Shannon, він же основоположник теорії інформації). В Україні значний внесок до розвитку кібернетики зробив академік В.М. Глушков.

Вінер ввів основну категорію кібернетики – управління, показав істотні відмінності цієї категорії від інших, наприклад, енергії, описав декілька завдань, типових для кібернетики, і привернув загальну увагу до особливого значення обчислювальних машин. Виокремлення категорії управління дало змогу Вінеру скористатися поняттям інформації, поклавши в основу кібернетики вивчення законів передавання і перетворення інформації.

Суть принципу управління полягає в тому, що рух і дія великих мас або передавання і перетворення великих кількостей енергії скеровується і контролюється за допомогою невеликих кількостей енергії, що несуть інформацію. Цей принцип управління лежить в основі організації і дії будь-яких керованих систем: автоматичних машин і живих організмів. Подібно до того, як введення поняття енергії дозволило розглядати всі явища природи з єдиної точки зору і відкинуло багато помилкових теорій, так і введення поняття інформації дозволяє підійти з єдиної точки зору до вивчення різних процесів взаємодії в природі.

Теорія інформації тісно пов'язана з такими розділами математики як теорія ймовірності і математична статистика, а також прикладна алгебра, які надають для неї математичний фундамент. З іншого боку, теорія інформації історично і практично є математичним фундаментом теорії зв'язку. Часто теорію інформації взагалі розглядають як одну з гілок теорії ймовірності або як частину теорії зв'язку.

Теорія інформації – це математична теорія, присвячена виміру інформації, її потоку, “розмірів” каналу зв'язку тощо, особливо стосовно радіо, телеграфії, телебачення і інших засобів зв'язку. Спочатку теорія зосереджувалася на каналі зв'язку, що визначається довжиною хвилі й частотою, реалізація якого була пов'язана з коливаннями повітря або електромагнітним випромінюванням. Зазвичай відповідний процес був неперервним, але міг бути і дискретним, коли інформація кодувалася, а потім декодувалася. Крім того, теорія інформації вивчає методи побудови кодів, що мають корисні властивості.

Однак, теорія інформації і кібернетика, що досягають величезних успіхів в галузі систем, що керуються і саморозвиваються, не в змозі повністю пояснити і узагальнити всі інформаційні явища і процеси, що відбуваються в природі і суспільстві. Різні види інформації розрізняються не тільки кількістю, але і якістю, багатовимірністю, ефективністю, ступенем узагальнення, трудністю до формалізації, змістовністю. Недостатньо вивчені критерії і методи оцінки кількості і якості інформації, особливо в суспільних системах. Найбільш загальними закономірностями в передаванні, перетворенні, опрацюванні і зберіганні інформації займається нова наука – інфодинаміка (термін побудовано за аналогією до терміну термодинаміки – науки про передавання енергії). Інфодинаміка розглядає процеси передавання інформації відповідно до закономірностей, обмежень, рушійних сил, градації за якістю анало-

гічно до процесів передавання енергії. Однак, дослідження загальних процесів передавання і перетворення інформації є складнішими, оскільки набагато важче визначити якість і кількість багатовимірної інформації. Власне ці питання і досліджують за допомогою інфодинаміки.

Вихідні положення інфодинаміки такі:

1. Універсум складається з ієрархічно і інтерактивно взаємозв'язаних систем. Їхні межі, структура і функції різноманітні, але всі вони існують об'єктивно.
2. Кожна система обов'язково містить речовину (масу), енергію і зв'язну інформацію.
3. Інформацією є будь-який зв'язок між системами, в результаті якого збільшується кількість зв'язної інформації хоча би однієї з цих систем.
4. Не існує абсолютної інформації, а є багатовимірна інформація щодо мети функціонування і подій системи.

### 3.1. Базові поняття теорії інформації

Інформація – нематеріальна сутність, за допомогою якої з будь-якою точністю можна описувати реальну (матеріальну), віртуальну (можливу) і понятійну сутність. Інформація – протилежність невизначеності.

Канал зв'язку – це середовище передавання інформації, яка характеризується насамперед максимально можливою для неї швидкістю передавання даних (ємністю каналу зв'язку).

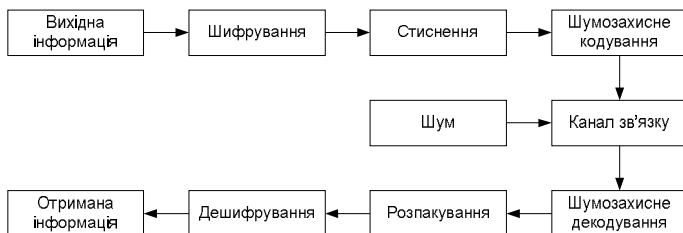


Рис. 3.1. Схема передавання інформації

Шум – це перешкоди в каналі зв'язку під час передавання інформації.

Кодування – перетворення дискретної інформації одним з таких способів: шифрування, стиснення, захист від шуму.

Загальна схема передавання інформації зображена на рис. 3.1.

Приклади каналів зв'язку та пов'язаних з ними граничних частот: телеграф – 140 Гц, телефон – до 3.1 КГц, короткі хвилі (10–100 м) – 3–30 МГц, УКХ (1–10 м) – 30–300 МГц, супутник (сантиметрові хвилі) – до 30 ГГц, оптичний (інфрачервоний діапазон) – 0.15–400 ТГц, оптичний (видиме світло) – 400–700 ТГц, оптичний (ультрафіолетовий діапазон) – 0.7–1.75 ПГц.

Типові сучасні канали: телеграфний, телефонний (понад 50 Кбод), оптоволоконний (терабоди) і цифровий телефонний (ISDN, Integrated Services Digital Networks) – до 8 Мбод.

## 3.2. Методи вимірювання інформації. Ентропія

Поняття кількості інформації природно виникає, наприклад, в таких типових випадках:

1. Рівність дійсних змінних  $a=b$  містить інформацію про те, що  $a$  дорівнює  $b$ . Про рівність  $a^2=b^2$  можна сказати, що вона передає меншу інформацію, ніж попередня, оскільки з першої випливає друга, але не навпаки. Рівність  $a^3=b^3$  передає інформацію за обсягом таку саму, як і перша.
2. Нехай відбуваються деякі вимірювання з певною похибкою. Тоді чим більше буде проведено вимірювань, тим більше інформації про вимірювану сутність буде отримано.
3. Нехай деяка подія може відбутися з ймовірністю 0,99 і не відбутися з ймовірністю 0,01, а інша подія має ймовірності відповідно 0,5 і 0,5. Очевидно, що в першому випадку про настання події можна говорити майже з впевненістю (подія несе мало інформації), а в другому випадку невизначеність така велика, що від прогнозу про настання події необхідно утриматися (подія несе багато інформації).

У 1865 р. німецький фізик Рудольф Клаузіус ввів у статистичну фізику поняття ентропії або міри врівноваженості системи. У 1921 р. засновник більшої частини математичної статистики, англієць Роналд Фішер вперше ввів термін “інформація” в математику, але отримані ним формули мають дуже спеціальний характер. У 1948 р. Клод

Шеннон у працях з теорії зв'язку виписує формули для обчислення кількості інформації та ентропії.

В основі теорії інформації К. Шенона є спосіб вимірювання кількості інформації через невизначеність, що міститься в одній випадковій величині щодо іншої випадкової величини. Для кількісної оцінки цієї невизначеності було введено поняття, назване ентропією, тобто ентропія – це кількісна міра невизначеності.

Визначення 3.1. Якщо дискретна величина (подія, об'єкт, система)  $A$  має стани  $A_1, \dots, A_n$ , а ймовірність кожного з цих станів  $p_1, \dots, p_n$ , то **ентропія** цієї величини

$$H(A) = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i. \quad (3.1)$$

Для рівноймовірнісних станів (тобто  $p_1 = \dots = p_n = \frac{1}{n}$ ):

$$H(A) = -\log \frac{1}{n}. \quad (3.2)$$

Розглянемо властивості ентропії:

1. Якщо ймовірність настання однієї з подій  $p_i=1$ , то ентропія  $H(A)=0$ .
2. Ентропія є максимальною, якщо  $p_i$  є рівними між собою, тобто

$$p_1 = \dots = p_n = \frac{1}{n}.$$

3. Якщо об'єкти  $A$  і  $B$  незалежні, то їхня сукупна ентропія дорівнює сумі ентропій кожного об'єкта:

$$H(A \cap B) = H(A) + H(B).$$

4. Якщо об'єкти  $A$  і  $B$  залежні, то їхня сукупна ентропія

$$H(A \cap B) = H(A) + H(B/A).$$

5. Подія  $B$  завжди зменшує невизначеність події  $A$ , якщо  $A$  і  $B$  залежні, і не зменшує, якщо події  $A$  і  $B$  незалежні.

Отримання будь-якої інформації можна інтерпретувати як зміну невизначеності в результаті передавання сигналів. Корисний сигнал (або такий, що відсилається) – це послідовність незалежних символів з ймовірністю їхньої появи  $p(x_i)=p_i$ , а сигнал, що приймається – це набір

символів  $y_j$  того самого кодування (алфавіту), і якщо під час передавання сигналу відсутній шум, то для сигналів, що приймаються і відсилаються, набори символів однакові, тобто  $X=Y$ , де  $X=(x_1, \dots, x_k)$ ,  $Y=(y_1, \dots, y_m)$ . Оскільки у разі будь-якого передавання є перешкоди, тобто відбувається спотворення сигналу, то як на приймальній, так і на передавальній сторонах системи з'явиться невизначеність. На передавальній стороні  $H(X)$  – апіорна ентропія, а на приймальній стороні  $H(X/Y)$  – апостпіорна.

Щоб оцінити кількість інформації, яку було передано від одного об'єкта до іншого, оцінюють різницю апіорної і апостпіорної ентропій:

$$I(X, Y) = H(X) - H(X/Y). \quad (3.3)$$

Кількість інформації має такі властивості:

1. Кількість інформації у випадковому об'єкті  $X$  відносно  $Y$  дорівнює кількості інформації в  $Y$  відносно  $X$ :

$$I(X, Y) = I(Y, X).$$

2. Кількість інформації завжди невід'ємна:

$$I(X, Y) \geq 0.$$

При цьому  $I(X, Y) = 0$  тоді і тільки тоді, коли  $X$  і  $Y$  є незалежні.

3. Для дискретних об'єктів  $X$  справедлива рівність:

$$I(X, X) = I(X, X).$$

4. Для дискретних об'єктів  $X$  справедлива нерівність:

$$I(X, Y) \leq I(X, X).$$

З формул (3.1) і (3.3) випливає, що кількість інформації, яка міститься у випадковому об'єкті  $X$ , визначається так:

$$I(X, X) = -\sum_i p_i \log p_i. \quad (3.4)$$

Формула (3.4) називається формулою Шенона.

За одиницю інформації приймають невизначеність випадкового об'єкта, ентропія якого дорівнює 1. Якщо у формулі (3.4) береться логарифм з основою 2, то при однакових  $p_i$  рівність  $I(X, X) = 1$  досягається, якщо  $X=(x_1, x_2)$ , тобто існує лише два можливих стани випадкового об'єкта. В цьому випадку одиницею інформації вважають біт.

Отже, ентропія дискретної випадкової величини – це мінімум середньої кількості біт, яку потрібно передавати по каналу зв'язку про поточне значення конкретної дискретної випадкової величини.

Якщо у формулі (3.4) береться логарифм з основою  $e$  (натуральний логарифм  $\ln$ ), то одиницю інформації називають *нат*.

Вимірювання кількості інформації за формулою Шенона (3.4) дає змогу побудувати аналогічні вирази для точного вимірювання кількості інформації загального вигляду, наприклад, інформації з речень природної мови. Перші спроби у цьому напрямку було зроблено у 50-х роках ХХ століття.

Розглянемо функцію міри:

$$\text{inf}(s) = -\log_2 p(s), \quad (3.5)$$

де  $s$  – це речення, смисловий зміст якого вимірюється,  $p(s)$  – ймовірність істинності речення  $s$ .

Функція (3.5) має такі властивості:

1. Якщо твердження  $S_1 \Rightarrow S_2$  (з  $s_1$  випливає  $s_2$ ) – істинне, то  $\text{inf}(s_1) \geq \text{inf}(s_2)$ .
2.  $\text{inf}(s) \geq 0$ .
3. Якщо  $s$  – істинне, то  $\text{inf}(s) = 0$ .
4.  $\text{inf}(s_1 s_2) = \text{inf}(s_1) + \text{inf}(s_2)$  тоді і тільки тоді, коли  $p(s_1 s_2) = p(s_1)p(s_2)$ , тобто  $s_1$  і  $s_2$  є незалежними.

Значення цієї функції-міри є більшим для речень, які виключають більшу кількість можливостей. Наприклад: з тверджень  $s_1 = "a=7"$  і  $s_2 = "a>5"$  маємо, що  $S_1 \Rightarrow S_2$  або  $\text{inf}(s_1) \geq \text{inf}(s_2)$ , оскільки  $s_1$  містить більше можливостей, ніж  $s_2$ .

Для вимірювання кількості семантичної інформації також застосовується функція:

$$\text{cont}(s) = 1 - p(s). \quad (3.6)$$

З (3.5), (3.6) маємо такі властивості:

1.  $\text{cont}(s) = 1 - 2^{-\text{inf}(s)}$ .
2.  $\text{inf}(s) = -\log_2(1 - \text{cont}(s))$ .

### 3.3. Взаємодія систем через передавання інформації

Системи можуть мати різний ступінь відкритості. Практично не існує повністю ізольованої системи, оскільки інформацію можна передавати різними шляхами. Насправді також не можуть існувати повністю відкриті системи (тобто ніяк не ізольовані і не обмежені від зовнішнього середовища), оскільки у такому разі вони не є системами за визначенням.

Будь-яка складна система має ієрархічну структуру. Вона містить підсистеми, які змінюються з часом, але зберігають цілісність, стійкість, характерні властивості тощо для цілої системи. На складні системи впливає величезна кількість чинників (незалежних змінних) і математичне опрацювання їхньої дії пов'язане зі значними труднощами. Для визначення впорядкованості системи зазвичай визначають ступінь відхилення її стану від стану рівноваги за введеною величиною “надлишковості”, яку запровадив К. Шенон:

$$R(X) = 1 - \frac{H_{\text{real}}(X)}{H_{\text{max}}(X)}, \quad (3.7)$$

де  $H_{\text{real}}(X)$  – фактична ентропія системи  $X$ ,  $H_{\text{max}}(X)$  – максимально можлива ентропія системи  $X$ .

З (3.7) випливає, що:

1.  $R(X)=0$ , якщо система перебуває в стані повного безладу, тобто  $H_{\text{real}}(X)=H_{\text{max}}(X)$ .
2.  $R(X)=1$ , якщо система є ідеально впорядкована, тобто  $H_{\text{real}}(X)=0$ .

Загалом для забезпечення впорядкованості систем існують певні загальні принципи, критерії, істотні властивості. Такими загальними принципами є зв'язана інформація або негентропія [29].

У системах паралельно відбуваються два протилежні процеси: зміна ентропії та негентропії. Ентропія загалом є показником невизначеності, безладу, різноманітності, хаосу, рівноваги в системі.

Негентропію часто помилково визначають як ентропію з негативним знаком. Негентропія насправді вимірюється в тих самих одиницях як ентропія (наприклад у бітах). Напрямок її дійсно протилежний ентропії. Її збільшення викликає таке саме зменшення ентропії. Проте, негентропія є мірою порядку, впорядкованості, внутрішньої структури,

зв'язаної інформації. У разі збільшення ентропії збільшуються розмірність системи (кількість незалежних змінних, чинників), а також можливості щодо пошуку ефективніших рішень функціонування системи. Одночасно із зростанням ентропії збільшується і невизначеність системи, ймовірність ухвалення неправильного рішення. Для того, щоб зменшити невизначеність системи, необхідно ввести в неї негентропію, тобто інформацію, впорядкованість.

Отже, у разі прогресивного розвитку в системі збільшується більше негентропія, ніж ентропія. Під час деструкції більше збільшується ентропія. Є різні комбінації одночасної зміни ентропії та негентропії. Якщо система має невелику ентропію, то і негентропії (інформації) туди ввести можна мало, а для її розвитку немає умов (негентропія менша за ентропію).

Принциповим питанням є співвідношення між ентропією та негентропією системи та інформацію, яку ця система отримує чи віддає. Відома гіпотеза, що сума ентропії і інформації в системі завжди постійна. Однак вона має деякі неточності:

1. Не уточнено, яку інформацію мають на увазі: зв'язану, отримувану або таку, що віддає система.
2. Для наявних систем максимальна ентропія дуже велика. Хоча частина ентропії компенсується негентропією, їхня сума із зростанням складності системи наближається до нескінченності, що утруднює практичні розрахунки.

Штучно створені системи-моделі будують так, що їхня максимальна ентропія є величиною, придатною до визначення, і насправді є сумою введеної в систему зв'язаної інформації і фактичної ентропії системи:

$$H_{\max}(X) = H_{\text{real}}(X) + \bar{H}_{\text{real}}(X), \quad (3.8)$$

де  $\bar{H}_{\text{real}}(X)$  – негентропія (фактична) системи.

Формула (3.8) має практичне значення, зважаючи на її спільність для більшості спрощених моделей реального світу.

### 3.4. Методика визначення ентропії та кількості зв'язної інформації в складних системах

Ентропія і негентропія є функціями стану системи. Інформація є функцією зв'язку між двома або більше системами за умови, що хоча б в одній системі негентропія збільшується, а ентропія зменшується. Для визначення кількості інформації і ентропії систем можна застосовувати класичні положення теорій інформації і ймовірності. Проте, під час практичної роботи зі складними системами застосування відомих методів теорії інформації пов'язане з багатьма труднощами.

1. Теорія інформації розглядає інформацію і ентропію як скалярні величини, які можна передавати по каналах зв'язку. У загальному випадку, як інформація, так і ентропія чи негентропія є багатовимірними (векторними) величинами. Вони залежать від умовно незалежних чинників в багатовимірному просторі стану системи.
2. Вимірювання інформації для нескінченного багатовимірного дійсного простору неможливе. Тому на практиці необхідно з'ясувати істотні чинники і відкинути неістотні виміри.
3. Для розрахунку ентропії складних систем потрібні дані про велику кількість умовних ймовірностей, визначення яких є доволі проблематичним і відсутні методи для їхньої теоретичної оцінки.
4. Достовірність розрахунків інформації і ентропії залежить від ефективного встановлення мети і складання моделі. Для оцінки ефективності останніх відсутні надійні критерії.

Ускладнення від багатовимірності і багатофакторності систем можна подолати, розпочавши визначення їхньої узагальненої ентропії. Узагальнена ентропія є сумою проєкцій середніх умовних ентропій щодо виконання цільового критерію за умови дії окремих чинників, що впливають на систему. Тобто умовні ентропії проєктуються на загальну вісь цільового критерію. Тому узагальнена негентропія – це різниця між максимально можливою і фактичною узагальненими ентропіями.

Для визначення узагальненої ентропії і негентропії існує така методика.

Крок 1. Визначення чітких меж та обсягів досліджуваної системи, її елементів і взаємозв'язків між ними, простору стану і його розмірності.

Крок 2. Визначення істотних функціональних зв'язків системи з навколишнім середовищем. Особливу увагу зосереджують на можливостях дії на середовище і зовнішніх чинниках, що впливають на систему.

Крок 3. Визначення стабільності системи або можливості її зміни за часом. З'ясовують можливі процеси і їхні напрямки. Часто реальні процеси характеризуються послідовністю випадкових подій, в яких кожна випадкова подія залежить тільки від попередньої (марківський процес).

Крок 4. Якісне оцінювання наявності в системі, між елементами або між системою і середовищем ситуації конкуренції за отримання ресурсів, точки невизначеності вибору або конфліктні ситуації. Для опису всіх цих ситуацій необхідно застосовувати методи теорії ігор і нелінійні системи рівнянь.

Крок 5. Визначення мети (доцільності або призначення) системи. За ступенем виконання цільових критеріїв і визначається невизначеність або ймовірність виконання, тобто узагальнена ентропія системи. Часто метою є забезпечення стійкості структури, розвитку або ефективного використання ресурсів системою. Для встановлення конкретних цілей необхідно знати структуру і функції загальнішої за ієрархією системи.

Наприклад, розраховують функції бажаності очікуваних результатів. Для кожного критерію встановлюють вагу і розраховують сумісний критерій виконання мети. Критерії мети повинні бути настільки конкретними, щоб на їхній основі можна було сказати, чи досягнуто мети чи ні, або якою мірою її досягнуто (100, 80 % тощо).

Для визначення ентропії системи щодо конкретно поставленої мети необхідно визначити ймовірність досягнення цієї мети. Якщо є достатньо статистичних даних з поведінки цієї системи, то розраховують за формулою (3.1) з логарифмом з основою 2. Якщо допустити однаковиймовірнісні варіанти досягнення мети, то застосовують формулу (3.2).

Проте, у складних системах, для яких структура, функції на істотні чинники змінюються достатньо швидко, як правило, статистичних даних недостатньо. А проведення статистичних експериментів в унікальних системах практично неможливе. Для таких випадків доведеться виконати розрахунки за непрямими оцінками (зокрема експертними).

Крок 7. Визначення умовної ймовірності і ентропії системи щодо виконання цільових критеріїв за чинниками, що впливають на систему. На першому етапі моделювання допускається незалежність дії окремих чинників. У разі сильного взаємного впливу одного чинника на інший, вводять ще додатковий чинник, що відображає вплив взаємодії двох чинників. Часто під час розв'язання управлінських завдань або під час побудови прогнозів не вистачає достовірних і статистичних даних. Однак, наявність уривчастих достовірних даних або даних спостереження, теоретичних гіпотез або апріорних відомостей у різних публікаціях дає змогу припустити ймовірність досягнення мети.

Крок 8. Розрахунок узагальненої ентропії системи на основі даних умовних ентропій, що впливають на систему чинників.

У загальному випадку неоднаковоїмовірних результатів формула узагальненої ентропії системи в бітах має вигляд

$$H(B/X) = -\sum_{i=1}^n k_i P(B/x_i) \log_2 P(B/x_i), \quad (3.9)$$

а для однаковоїмовірних результатів розраховують за формулою

$$H(B/X) = -k_i \log_2 P(B/x_i), \quad (3.10)$$

де  $B$  – критерій досягнення цілі,  $x_i$  – середні значення окремих факторів (чинників),  $P(B/x_i)$  – ймовірність досягнення цілі за критерієм  $B$  у разі врахування фактора  $x_i$ ,  $k_i$  – коефіцієнт розсіювання інформації для фактора  $x_i$ ,  $k_i \geq 1$ .

Коефіцієнт розсіювання інформації, більший за 1, застосовують, якщо є додаткові технологічні, організаційні або конфліктні умови, які зумовлюють подальше підвищення ентропії. У разі допущення відсутності таких умов  $k_i=1$ .

У формулі передбачається адитивність усіх умовних ентропій за чинниками, що спостерігається у разі незалежності впливу всіх чинників на систему. Здебільшого вплив одного чинника залежить від впливу інших чинників і це потрібно врахувати введенням додаткового чинника (умовної ентропії).

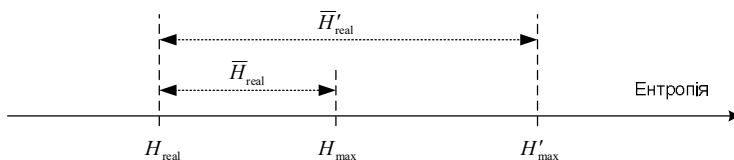
Крок 9. Системний аналіз моделі (формули) узагальненої ентропії. Питома вага впливу окремих чинників умовних ентропій в загальній ентропії різна. Необхідно з'ясувати неістотні чинники (для яких  $H(B/x_i)$  невелика) і небезпечні чинники (велика питома вага  $H(B/x_i)$ ). Неістотні

чинники можна не враховуючи у формулі. Вплив небезпечних чинників піддається докладнішому аналізуванню і уточненню. Необхідно також з'ясувати, на якому етапі виникає невизначеність, чи можна додатковими діями або дослідями її зменшувати. Особливо звертають увагу на можливість існування і виявлення непередбачених обставин і чинників, які можуть збільшувати  $H(B/x_i)$ .

**Крок 10.** З'ясування можливостей зменшення узагальненої ентропії за допомогою поліпшення структури моделі. Аналізується постановка проблеми і цілей для системи в цілісності, взаємовплив різних чинників. Іноді виникає необхідність розширення меж системи. З'ясовуються причини невизначеностей. Чи є вони неминучими, залежними від стохастичного характеру явищ або залежать від недостатності наших знань. Усунення невизначеностей пов'язане з витратами і необхідно знайти компромісне рішення: що є менш бажаним – невизначеність чи грошові витрати.

**Крок 11.** Розрахунок узагальненої негентропії моделі системи. Негентропію наявної системи неможливо точно розрахувати. Для цього треба було б визначити ділянку від нескінченно великої ентропії до фактичної ентропії. Практично є можливість визначити узагальнену негентропію спрощених моделей, для яких доступною до визначення є максимально можлива узагальнена ентропія.

Для визначення узагальненої негентропії в моделі реальних систем розраховують різницю між максимальною узагальненою ентропією моделі і фактичною узагальненою ентропією після отримання інформації (рис. 3.2).



*Рис. 3.2. Співвідношення між узагальненими ентропіями і негентропіями реальної системи*

Тут  $H_{\text{real}}$  – фактична узагальнена ентропія моделі системи,  $H_{\text{max}}$  – максимально можлива узагальнена ентропія моделі системи,  $H'_{\text{max}}$  –

максимально можлива узагальнена ентропія моделі системи після отримання інформації.

Визначення  $H_{\max}$  моделі залежить від складності проблеми (реальної системи), необхідної точності (адекватності) моделі та наявних ресурсів часу і потужності обчислювальної апаратури. Вибір ступеня складності моделі залежить від кількості незалежних чинників (координат) і від масштабу кожної координати.

Загальною формулою розрахунку узагальненої негентропії моделі (якщо максимальна ентропія не збільшується) є

$$\bar{H}_{\text{real}} = H_{\max} - H_{\text{real}}.$$

Якщо в результаті інформації, яку отримала система, максимальна ентропія збільшується, то

$$\bar{H}'_{\text{real}} = H'_{\max} - H_{\text{real}}.$$

За визначенням узагальненої негентропії можна зробити такі висновки:

1. Не можна визначити абсолютну негентропію реальної системи. Можна визначити тільки зміну негентропії в моделі щодо конкретної події в результаті отриманої інформації.
2. У результаті отриманої інформації негентропія системи збільшується. Проте, це збільшення може відбутися за рахунок зменшення вже наявної ентропії або за рахунок збільшення складності (різноманітності, максимальної ентропії) моделі. Тому як максимальну, так і фактичну ентропію потрібно обов'язково визначити після отримання інформації.
3. Модель не можна будувати дуже складною, оскільки в цьому випадку різко зростає її максимальна узагальнена ентропія. До того ж утруднюються розрахунки і знижується їхня точність.
4. Модель потрібно вибрати оптимальної складності, що дає можливість досліджувати достатньо адекватно об'єктивну реальність. Якщо модель побудувати дуже простою, то вона матиме невелику різноманітність і узагальнену ентропію. У цьому разі неможливо ввести в модель мінімум необхідної негентропії, що існує в реальному об'єкті, оригіналі. Така модель буде неадекватною до оригіналу.

Коефіцієнти розсіювання інформації у (3.9), (3.10) не завжди потрібні (тобто вони можуть приймати значення 1). Проте, здебільшого інформація передається між системами не безпосередньо, а через посередників або по “додаткових каналах зв’язку”. У цих каналах може виникнути додаткова ентропія, що істотно спотворює первинний потік інформації або узагальнену ентропію. Крім того, на ефективне передавання інформації впливає також готовність приймача її приймати і розшифрувати.

Коефіцієнт корисної дії у разі переходу інформації визначається так:

$$Z_{\text{inf}} = \frac{\bar{H}_2 - \bar{H}_1}{\bar{H}_2} = 1 - \frac{H_{\text{max}1} - H_{\text{real}1}}{H_{\text{max}2} - H_{\text{real}2}} = 1 - \frac{R_1}{R_2} \frac{H_{\text{max}2}}{H_{\text{max}1}}, \quad (3.11)$$

де коефіцієнтами 1 і 2 позначено відповідно відправника і отримувача інформації,  $\bar{H}_1$  і  $\bar{H}_2$  – узагальнені негентропії,  $R_1$  і  $R_2$  – показники впорядкованості,  $H_{\text{real}1}$  і  $H_{\text{real}2}$  – фактичні узагальнені ентропії,  $H_{\text{max}1}$  і  $H_{\text{max}2}$  – максимальні узагальнені ентропії.

Зворотним до коефіцієнта корисної дії є коефіцієнт збільшення ентропії (розсіювання інформації) у разі передавання інформації:

$$k = \frac{1}{Z_{\text{inf}}} = \frac{\bar{H}_2}{\bar{H}_2 - \bar{H}_1} = \frac{R_1}{(R_1 - R_2)} \frac{H_{\text{max}2}}{H_{\text{max}1}}. \quad (3.12)$$

З (3.12) випливає, що коефіцієнт розсіювання інформації може змінюватися в межах від 1 до  $\infty$ . Якщо  $\bar{H}_1 = 0$ , тобто система-відправник інформації має максимальну узагальнену ентропію, то  $k=1$  і додаткового збільшення ентропії у разі передавання інформації не відбувається. Якщо  $\bar{H}_1 \approx \bar{H}_2$ , то  $k \rightarrow \infty$ , тобто якщо  $\bar{H}_1$  і  $\bar{H}_2$  близькі, то інформація передається з великими збитками. Інакше кажучи: чим менша різниця узагальненої ентропії (чи негентропії) між системами, що обмінюються інформацією, то тим більше розсіюється інформація, що передається.

### 3.5. Загальні принципи інфодинаміки

Дослідження загальних процесів передавання і перетворення інформації є складнішим, ніж передавання і перетворення енергії, оскільки набагато важче визначити якість і кількість багатовимірної

інформації, ніж енергії. Однак, зважаючи на відомі в термодинаміці закони і спільність понять ентропії та негентропії для інформаційних і термодинамічних систем, то інфодинаміка розглядає передавання інформації аналогічно до закономірностей, обмежень, рушійних сил, градацій за якістю, які спостерігаються у передаванні енергії.

Наприклад, за висновками класичної термодинаміки в усіх ізольованих системах може відбуватися лише збільшення (але не зменшення) ентропії, тобто зменшення негентропії. За аналогією в ізольованій інформаційній системі ентропія також не може зменшуватися, бо з часом інформація стає “застарілою”, “неактуальною”, що зумовлює збільшення невизначеності.

Інфодинаміка має такі основні проблеми [29]:

1. Визначення спрямування мимовільного передавання інформації і перетворення в узагальнену негентропію рушійних сил процесів і можливості їхнього посилення.
2. Вивчення механізму передавання інформації, як зв'язку між системами, що мають різні величини негентропії (показники стану структури і впорядкованості систем).
3. Складання балансів узагальної ентропії і негентропії в різних системах.
4. Визначення ефективності використання і ступеня розсіювання (старіння) інформації. Розроблення методів підвищення узагальної негентропії, якості, цінності і оптимізація розмірності моделей.
5. З'ясування впливу безповоротності, асиметрії часу на інформаційні процеси, на їхню вчасність і на керований розвиток систем (підвищення узагальної негентропії).

Основними загальними принципами інфодинаміки є:

1. У ізольованій системі неможливе мимовільне збільшення узагальної негентропії (зв'язаної інформації), але стабільність і швидкість її зменшення залежать від кількості і міцності інформаційних структур.
2. Інформацію не можна мимоволі передаватися від системи з меншою узагальною ентропією в систему з більшою узагальною ентропією (невизначеністю), і цю інформацію в систему з меншою узагальною ентропією можна передавати з втратами. Інформація переходить без втрат тільки в таку систему, узагальнена ентропія якої щодо заданої події або об'єкта істотно менша.

3. Жодна інформаційна система не може слугувати кібернетичною машиною, єдиним результатом дії якої було б збільшення узагальненої негентропії в результаті перерозподілу інформації, зокрема зняттям інформації з частин, що мають більшу узагальнену негентропію (меншу узагальнену ентропію або невизначеність). Інакше кажучи: неможливий вічний двигун третього роду (тобто кібернетична машина), яка нескінченно і без компенсації підвищує свою негентропію і тим самим ефективність роботи системи.
4. У ізольованому каналі зв'язку інформація мимоволі передається від системи з меншою негентропією  $\bar{H}_2$  в систему, що має більшу негентропію  $\bar{H}_1$ , тобто  $\bar{H}_2 < \bar{H}_1$ , до того ж втрати є тим меншими, чим більшою є різниця  $\bar{H}_1 - \bar{H}_2$ . Ступінь ефективності передавання інформації дорівнює

$$Z_{\text{transfer}} = \frac{\bar{H}_1 - \bar{H}_2}{\bar{H}_1}.$$

5. У разі поєднання дій декількох систем можуть виникнути неспівпадаючі інтереси (цілі) між системами, які не збігаються. Наявні системи, що мають узагальнену негентропію, часто заважають виникненню нових систем, орієнтованих на такий самий вид узагальненої негентропії (на таку саму мету). З іншого боку, окремі системи можуть отримувати інформацію від систем, що мають меншу узагальнену негентропію, можуть підсилити свій негентропійний потенціал, прискорити свій розвиток і це приведе до виникнення ієрархічної структури систем.
6. У інформаційно зв'язаній системі зменшення її узагальненої негентропії може привести до збільшення узагальненої негентропії зв'язаних елементів, які переймають основні функції головного елемента системи.
7. Якість інформації є динамічним багатовимірним поняттям, яке залежить від багатьох чинників, зокрема від ступеня ненадлишковості і незамінності інформації, від "потреби" і шкали цінності інформації, а також від швидкості і ступеня підвищення узагальненої негентропії приймаючої системи, від правильного вибору моменту і адреси передавання інформації. Повнота інформації за якістю залежить багато в чому від обсягів, мети і рівня узагальненої

негентропії приймаючої системи, а також від розмірності її структури і моделі.

8. Динамічна система, що стабільно розвивається, для збереження або збільшення своєї узагальненої негентропії, повинна отримати більше інформації, ніж ця інформація розсіюється з відповідним збільшенням узагальненої ентропії. Для дослідження потоків інформації і швидкості їх передавання, з урахуванням локальних особливостей, необхідне складання балансів узагальненої ентропії і негентропії на різних ієрархічних рівнях структури систем.

### **3.6. Контрольні запитання**

1. Що таке ентропія дискретної величини?
2. Які властивості ентропії?
3. Як визначається кількість інформації, яка передається від одного об'єкта до іншого?
4. Які властивості кількості інформації?
5. Як визначається одиниця інформації?
6. Як визначається кількість інформації з речень природної мови?
7. Що таке впорядкованість системи?
8. Що таке негентропія?
9. Описати методику визначення узагальненої ентропії і негентропії.
10. Як визначається коефіцієнт корисної дії під час передавання інформації?
11. Що таке інфодинаміка?
12. Які основні загальні принципами інфодинаміки?

## Розділ 4

# ДІАГРАМНІ ТЕХНІКИ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Інформаційне моделювання передбачає опис процесів, які відбуваються в предметній області за допомогою певних мовних засобів, зокрема за допомогою діаграм, схем, графіків тощо, які є зрозумілими як для розробника моделі, так і для її споживача (користувача). З розвитком комп'ютерної техніки широкого поширення набули дискретні інформаційні моделі, зокрема інформаційні системи, які забезпечують управління всіма інформаційними потоками організації. Стрімка потреба щодо автоматизації виробничих та управлінських процесів за допомогою інформаційних систем привела до появи великої кількості ІС різної структури та масштабів. Це зумовило необхідність у створенні спеціальних “стандартних” візуальних засобів для наочного схематичного відображення структури ІС, які б мали прискорити і полегшити їхнє розроблення, супровід та удосконалення.

Не зважаючи на різні тенденції розвитку підходів до побудови ІС сьогодні основним є структурний підхід, який полягає в декомпозиції (розбитті) ІС на функції, що автоматизуються: система розбивається на функціональні підсистеми, які також діляться на підфункції, а ті поділяються на завдання і так далі. При цьому ІС зберігає цілісне уявлення, в якій всі компоненти взаємопов'язані.

Усі найпоширеніші методології структурного підходу базуються на загальних принципах поняття системи та її структури [21]. Основними такими принципами є:

- принцип “розділай і пануй” – вирішення складних проблем їхнім розбиттям на множину менших незалежних завдань, легших для розуміння і вирішення;

- принцип ієрархічного впорядкування – організація складових частин проблеми в ієрархічні деревоподібні структури з додаванням нових деталей на кожному рівні.

Поряд з основними принципами структурний підхід передбачає дотримання інших принципів, які, хоча не є такими “масштабними”, є важливими для побудови ефективної ІС. Серед них варто виокремити такі, які беремо з понять інформаційного моделювання та дискретності інформаційних систем:

- принцип абстрагування – виділення істотних аспектів системи від неістотних;
- принцип формалізації – вирішення проблеми вимагає суворого методичного підходу;
- принцип несуперечності – обґрунтованість та узгодженість елементів;
- принцип структуризації даних – дані повинні бути структуровані та ієрархічно організовані.

Активний розвиток методологій структурного моделювання ІС почався у 1970-х роках, коли у США виконувалася Програма американської військової авіації для інтегрованого виробництва за допомогою комп’ютерів (Integrated Computer Aided Manufacturing – ICAM). Основним завданням цієї програми було збільшення виробничої продуктивності через систематичне застосування комп’ютерної техніки. Програма ICAM встановила потребу в кращому аналізі і методах комунікації для людей, залучених в поліпшення виробничої продуктивності. Для задоволення такої потреби необхідні дві основні групи засобів, які досі використовують в структурному аналізі:

- засоби ілюстрування “функціональної моделі” системи, тобто структурного подання функцій, дій або процесів у межах модельованої системи;
- засоби відображення “моделі даних”, тобто структури і семантики інформації в межах модельованої системи.

Виконання програми ICAM дало змогу розвинути серію методів, відомих як методи IDEF (Integration DEFINition language – мова визначення інтеграції), які, зокрема, містили:

- 1) IDEF0 – використовується для побудови функціональної моделі системи;
- 2) IDEF1 – використовується для побудови моделі даних.

Подальший розвиток інформаційних технологій спричинив постійне зростання складності ІС, що створювалися в різних галузях. Під час цього виявилися такі особливості ІС:

- складність опису (достатньо велика кількість функцій, процесів, елементів даних та складні взаємозв'язки між ними), що вимагає ретельного моделювання й аналізу даних і процесів;
- наявність сукупності тісно взаємодіючих компонент (підсистем), які мають свої локальні завдання і цілі функціонування, що іноді суперечать одні одним (наприклад, ефективне опрацювання транзакцій для первинного опрацювання даних і аналітичне опрацювання даних для підтримки прийняття рішень);
- відсутність прямих аналогів, що обмежує можливість використання яких-небудь типових проектних рішень і прикладних систем;
- необхідність інтеграції нових компонент з уже наявними;
- функціонування в неоднорідному середовищі на декількох апаратних платформах;
- роз'єднаність і різнорідність окремих груп розробників за рівнем кваліфікації і традиціями використання тих чи інших інструментальних засобів, що приводить до неадекватної специфікації вимог, нездатності виявляти помилки в проектних рішеннях, низької якості документації тощо;
- істотна часова протяжність проекту, зумовлена, з одного боку, обмеженими можливостями колективу розробників, а, з іншого, масштабами організації-замовника і різним ступенем готовності окремих її підрозділів до впровадження ІС.

Перераховані особливості сприяли появі програмно-технологічних засобів спеціального класу – CASE-засобів, що реалізують CASE-технологію створення і супроводу ІС.

Первинне значення терміну CASE (Computer Aided Software Engineering) було обмежене питаннями автоматизації розроблення тільки програмного забезпечення (ПЗ). Однак з розвитком методологій моделювання ІС цей термін охоплює розроблення складних ІС загалом. Під терміном CASE-засоби розуміються програмні засоби, які підтримують створення і супровід ІС, а також аналіз і формулювання вимог, проектування прикладного ПЗ (застосувань) і баз даних, генерацію кодів, тестування, документування, забезпечення якості, конфігураційне управління і управління проектом, а також інші процеси. CASE-засоби

разом з системним ПЗ і технічними засобами утворюють повне середовище розроблення ІС.

Поява CASE-засобів дала змогу перейти від одиничної побудови інформаційних систем до їхнього масового виробництва. Відповідного вдосконалення набули діаграмні засоби структурного моделювання:

- для побудови функціональної моделі системи використовують діаграми потоків даних – DFD (Data Flow Diagrams);
- для побудови моделі даних використовують діаграми “суть-взаємозв’язок” – ERD (Entity-Relationship Diagrams).

CASE-технологія є методологією проектування ІС та набором інструментальних засобів, що дасть змогу в наочній формі моделювати предметну сферу, аналізувати відповідну модель на всіх етапах розроблення і супроводу ІС, а також розробляти застосування відповідно до інформаційних потреб користувачів. Тобто CASE-засоби забезпечують специфікації у вигляді діаграм або текстів для описування зовнішніх вимог, зв’язків між елементами системи, динаміки поведінки системи і архітектури програмних засобів, тобто для проходження життєвого циклу ІС.

## **4.1. Життєвий цикл інформаційної системи**

Життєвий цикл (ЖЦ) програмного забезпечення – це неперервний процес від моменту ухвалення рішення про необхідність його створення до використання, остаточного морального застаріння та повного вилучення з експлуатації.

Основним нормативним документом, що регламентує ЖЦ ПЗ, є міжнародний стандарт ISO/IEC 12207 [32] (ISO – International Standardization Organization – Міжнародна організація по стандартизації, IEC – International Electrotechnical Commission – Міжнародна комісія з електротехніки). Він визначає структуру ЖЦ, що містить процеси, дії і завдання, які повинні бути виконані під час створення ПЗ. Оскільки сучасні (комп’ютеризовані) інформаційні системи містять відповідне програмне забезпечення, а стандарт ISO/IEC 12207 має загальний характер, то його положення є придатними як для ІС загалом, так і до її компонент зокрема (наприклад, для баз даних).

Життєвий цикл ІС складається з таких основних етапів:

1. Специфікація вимог – підготовки повного і чіткого визначення завдання моделювання заданої предметної області за допомогою ІС;
2. Аналіз – визначення специфікацій структурних особливостей ІС;
3. Проектування – побудова структури майбутньої ІС та її елементів за допомогою відповідних засобів;
4. Реалізація – створення та налагодження компонент системи відповідно до спроектованої структури ІС;
5. Тестування і верифікація – перевірка на відповідність між реальними та очікуваними результатами під час функціонування компонент системи, а також на відповідність до специфікованих вимог;
6. Експлуатація і супроводження – використання готової ІС, виконуючи її функції.

Сукупність етапів 2–5 становить розроблення ІС. Окрім робіт зі створення компонент ІС відповідно до заданих вимог розроблення також передбачає:

- оформлення проектної і експлуатаційної документації;
- підготовку матеріалів, необхідних для перевірки працездатності і відповідної якості програмних продуктів;
- матеріалів, необхідних для організації навчання персоналу.

Експлуатація, крім безпосереднього функціонування, ІС також передбачає:

- роботи з впровадження компонент ІС в експлуатацію, зокрема конфігурацію бази даних і робочих місць користувачів;
- забезпечення експлуатаційною документацією;
- проведення навчання персоналу;
- локалізацію проблем і усунення причин їхнього виникнення;
- модифікацію компонент ІС у межах встановленого регламенту;
- підготовку пропозицій з вдосконалення, розвитку і модернізації системи.

Поряд з основними процесами ЖЦ ІС можна виконувати інші процеси, зокрема:

- допоміжні процеси, що забезпечують виконання основних процесів (документування, управління конфігурацією, забезпечення якості, атестація, оцінка, аудит, вирішення проблем);
- організаційні процеси (управління проектами, створення інфраструктури проекту, визначення, оцінка і поліпшення самого ЖЦ, навчання).

Кожен процес характеризується певними завданнями і методами їх виконання, початковими даними, отриманими на попередньому етапі, і результатами. Результатами аналізу, зокрема, є функціональні моделі, інформаційні моделі і відповідні діаграми. ЖЦ ПЗ має ітераційний характер: результати чергового етапу часто спричиняють зміни в проектних рішеннях, вироблених на попередніх етапах.

Під моделлю ЖЦ розуміють структуру, що визначає послідовність виконання і взаємозв'язку процесів, дій і завдань, які виконуються впродовж ЖЦ. Модель ЖЦ залежить від специфіки ІС і специфіки умов, в яких остання створюється і функціонує. Відомі такі дві основні моделі ЖЦ:

- каскадна модель;
- спіральна модель.

Основною характеристикою каскадної моделі є розбиття всієї побудови ІС на етапи, причому перехід з одного етапу на наступний відбувається тільки після того, як буде повністю закінчена робота на поточному (рис. 4.1). Кожен етап закінчується випуском повного комплексу документації, достатньої для того, щоб розробку могла продовжити інша команда розробників на наступному етапі.

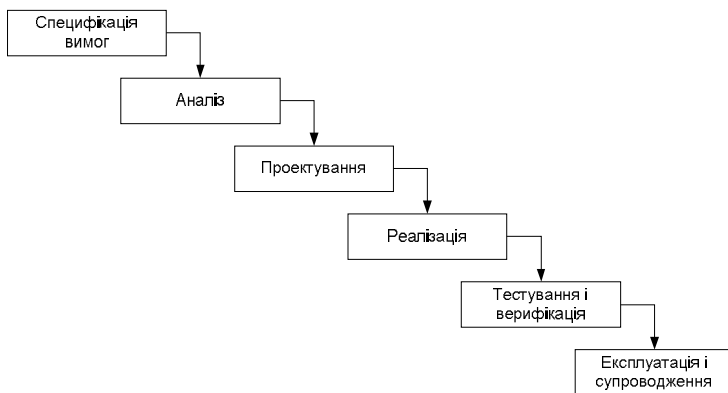


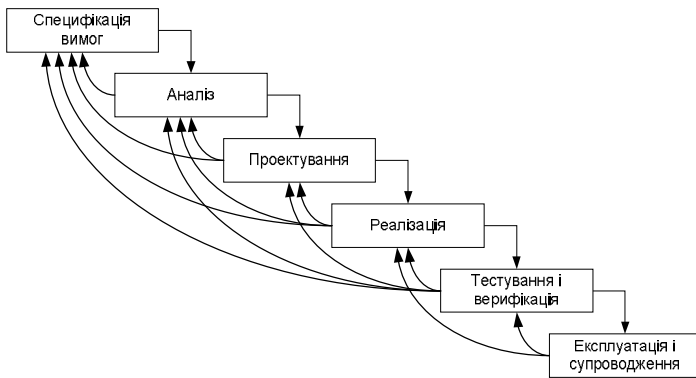
Рис. 4.1. Каскадна модель життєвого циклу ІС

Позитивними ознаками застосування каскадного підходу є:

- на кожному етапі формується закінчений набір проектної документації, що відповідає критеріям повноти і узгодженості;

- виконувані в логічній послідовності етапи робіт дають змогу планувати терміни закінчення всіх робіт і відповідні витрати.

Каскадний підхід є прийнятним під час побудови ІС, для яких наперед достатньо точно і повно сформульовані всі вимоги, що надає розробникам свободу реалізувати їх якнайкраще з технічного погляду. Проте, під час використання цього підходу можна виявити деякі його недоліки, зумовлені передусім тим, що реальний процес створення ІС ніколи повністю не вкладається в таку жорстку схему. Під час створення ІС постійно виникає потреба в поверненні до попередніх етапів і уточненні або перегляді раніше ухвалених рішень. У результаті реальний процес створення ІС набуває вигляду, як показано на рис. 4.2.

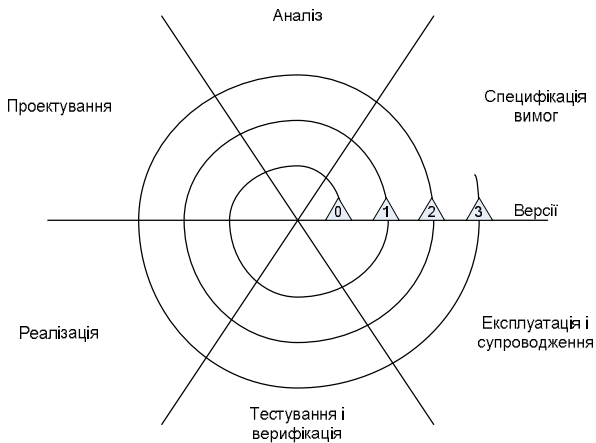


*Рис. 4.2. Реальний процес побудови ІС за каскадною моделлю життєвого циклу*

Основним недоліком каскадного підходу є істотне запізнювання з отриманням результатів. Узгоджують результати з користувачами тільки в точках, що плануються після закінчення кожного етапу робіт, а вимоги до ІС є зафіксовані у вигляді технічного завдання на весь час її створення. Отже, користувачі можуть зробити свої зауваження тільки після того, як робота над системою буде повністю закінчена. У разі неточного викладення вимог або їхньої зміни протягом тривалого періоду створення ІС, користувачі отримують систему, яка не задовольняє їхні потреби.

Для забезпечення узгодженості результатів з вимогами користувачів запропонували спіральну модель ЖЦ (рис. 4.3). Найважливішими

етапами у спіральній моделі є аналіз і проектування, на яких реалізованість технічних рішень перевіряють, створюючи прототипи. Кожен виток спіралі відповідає створенню фрагмента або версії ІС, на ньому уточнюють цілі і характеристики проекту, визначають його якість і планують роботи наступного витка спіралі. Отже, заглиблюють і послідовно конкретизують деталі проекту і в результаті вибирають обґрунтований варіант, який доводять до реалізації.



*Рис. 4.3. Спіральна модель життєвого циклу ІС*

Розробка ітераціями відображає об'єктивно дійсний спіральний цикл створення системи. Неповне закінчення робіт на кожному етапі дає змогу переходити на наступний етап, не чекаючи повного закінчення роботи на поточному. У разі ітеративного способу розроблення необхідну роботу можна буде виконати на наступній ітерації. Головним завданням є якнайшвидше показати користувачам системи працездатний продукт, тим самим активізуючи уточнення і доповнення вимог.

Основна проблема спірального циклу – визначення моменту переходу на наступний етап. Для її вирішення необхідно ввести тимчасові обмеження на кожен з етапів життєвого циклу. Перехід здійснюється відповідно до плану, навіть якщо не вся запланована робота закінчена. План складають на основі статистичних даних, отриманих в попередніх проектах, і особистого досвіду розробників.

Інформаційні системи не завжди створюються з “нуля”. Звичною є ситуація, коли ІС або окремі функціональні підсистеми в організації вже існують. Природно, у кожному конкретному випадку, організації стикаються з абсолютно різними проблемами. Конкретні завдання, які виникають у разі необхідності розвитку ІС, залежать від профілю підприємства, рівня реалізації існуючої системи, місця дійсної ІС в системі управління організацією, а також від обсягів фінансових ресурсів, необхідних для розвитку системи. Проте можна виокремити типові ситуації:

- розвиток “успадкованих” ІС;
- необхідність впровадження нових ІС у зв’язку із зміною зовнішніх і внутрішніх умов функціонування організації (зміни в законодавстві, впровадження єдиної галузевої системи, реорганізація на підприємстві, перепрофілювання підприємства) у разі необхідності збереження основних баз даних.

У першому випадку йтиметься про трансформацію дійсної ІС, в другому – про перепроєктування ІС. Трансформація дійсної “успадкованої” ІС є складною, багатокомпонентною задачею. Для розвитку наявних застарілих ІС необхідні не тільки заміни платформи і програмного забезпечення, але і зміни інформаційної моделі підприємства, функціональної структури ІС. Використання “успадкованих” ІС і їхніх складових є однією з найскладніших задач ІМ. ІС, які перебувають в експлуатації, зазвичай реалізовані на основі різноманітних і переважно застарілих технічних і програмних засобів. Ці ІС створювалися на основі неуніфікованих рішень та інтерфейсів, за допомогою застарілих мов програмування. Власне з цих вказаних причин перетворення дійсних систем є тривалим і трудомістким процесом.

## 4.2. Стандарт IDEF0

IDEF0 базується на методології SADT (Structured Analysis and Design Technique – техніка структурного аналізу і проектування), яку розробив Д.Т. Росс і компанія SofTech, Inc. IDEF0 містить як визначення графічної мови моделювання (синтаксис і семантика), так і опис всесторонньої методології для розроблення моделей [44].

IDEF0 можна використовувати для моделювання різноманітних автоматизованих і неавтоматизованих систем. Для нових систем IDEF0 мож-

на використовувати для визначення вимог і конкретизації функцій, а також для проектування реалізації, яка відповідає вимогам і виконує ці функції. Для наявних систем IDEF0 можна використовувати для аналізу функцій, які виконує система, і для записування механізму їхнього виконання.

Результатом застосування IDEF0 до системи є модель, яка складається з ієрархічних серій діаграм, тексту і глосарію. Основними елементами моделювання є функції (подаються на діаграмі блоками) та дані і об'єкти, які встановлюють взаємозв'язок між цими функціями (подаються стрілками).

У IDEF0 система подається як сукупність взаємодіючих робіт чи функцій. Така суто функціональна орієнтація є принциповою – функції системи аналізуються незалежно від об'єктів, якими вони оперують. Це дозволяє чіткіше змодельовати логіку і взаємодію організації.

Під моделлю в IDEF0 розуміють опис системи (текстовий і графічний), що повинен дати відповідь на деякі задалегідь визначені питання.

IDEF0 – це техніка конструювання для виконання і управління аналізу потреб, аналізу переваг, визначення вимог, функціонального аналізу, проектування систем та їхньої підтримки з можливостями постійного удосконалення. Моделі IDEF0 забезпечують “ескіз” функцій та їхніх інтерфейсів, які повинні фіксуватися і розумітися для того, щоб зробити рішення щодо конструювання систем логічними, придатними до використання та інтеграції з наявними рішеннями, а також досяжними.

IDEF0 забезпечує підхід до конструювання систем у разі:

- 1) виконання системного аналізу і проектування на всіх рівнях для систем, які складаються з людей, машин, матеріалів, комп'ютерів та інформації різних видів;
- 2) створенні довідкової документації, що узгоджується з розробкою відповідного програмного забезпечення, щоб служити основою для об'єднання нових систем або покращення наявних систем;
- 3) комунікації між аналітиками, проектувальниками, користувачами і менеджерами;
- 4) управлінні великими і складними проектами;
- 5) забезпеченні довідкової архітектури для аналізу підприємства, інформаційного забезпечення і управління ресурсами.

### 4.2.1. Синтаксис IDEF0

Структурні компоненти й особливості мови та правил, які визначають взаємозв'язки серед них, стосуються синтаксису мови. Компоненти синтаксису IDEF0 – блоки і стрілки, правила і діаграми. Блоки відображають функції, які визначають дії, процеси або перетворення. Стрілки показують, що дані або об'єкти мають відношення до функцій. Правила визначають використання компонент, а діаграми забезпечують формат для графічного зображення моделей.

Блок забезпечує опис того, що трапляється у проєктованій функції. Типовий блок показаний на рис. 4.4. Кожен блок повинен мати ім'я і номер усередині меж блоку. Ім'я повинне бути активним дієсловом або фразою дієслова, яка описує функцію. Кожен блок на діаграмі повинен містити номер блоку усередині нижнього правого кута.

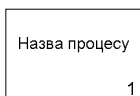


Рис. 4.4. Синтаксис блока на діаграмах IDEF0



Рис. 4.5. Синтаксис стрілок на діаграмах IDEF0

Стрілка складається з одного або більше сегментів рядка зі стрілкою на одному кінці. Як показано на рис. 4.5 сегменти стрілки є або прямі, або зламані дугою (на  $90^\circ$ ), і можуть мати конфігурації переходу (розгалуження або з'єднання). Стрілки не відображають потік

або послідовність, як в традиційній моделі потоків процесів. Стрілки виражають дані або об'єкти, які стосуються виконуваних функцій. Функції, що одержують дані або об'єкти, є обмежені цими даними або об'єктами до того, як стати доступними для виконання.

Побудова блоків відбувається за такими правилами:

1. Блоки повинні бути достатні в розмірі, щоб вставити ім'я блока.
2. Блоки повинні бути прямокутні у формі, з прямими кутами.
3. Блоки повинні зображатися суцільними лініями.

Побудова стрілок відбувається за такими правилами:

1. Згини стрілок зображаються дугами на 90°.
2. Стрілки повинні зображатися сегментами суцільних ліній.
3. Стрілки повинні зображатися вертикально або горизонтально, не по діагоналі.
4. Кінці стрілок повинні торкатися зовнішнього периметра функціонального блока і не повинні переходити у середину блока.
5. Стрілки повинні приєднуватися до сторін блока, не до кутів.

#### **4.2.2. Семантичні правила блоків і стрілок IDEF0**

Семантика стосується значення синтаксичних компонент мови і допомагає коректно інтерпретувати елементи мови. Інтерпретація стосується таких елементів, як нотація блоків і стрілок, а також інтерфейсів функціональних взаємозв'язків.

Ім'я блока повинне бути дієсловом або дієслівною фразою (наприклад "Виконання інспекції"), тобто описувати функції, яку відображає блок.

Стандартна термінологія повинна використовуватися для гарантування точної комунікації. Кожна частина функціонального блока має стандартне значення в термінах взаємозв'язків блок-стрілка. Сторона блока, з якою взаємодіє стрілка, відображає роль стрілки. Стрілки, що входять в ліву частину блока, є вхідними. Вхідні дані перетворюються або споживаються функцією для отримання вихідних даних. Стрілки, що входять в блок зверху, є керівними. Керівні дані конкретизують умови, які необхідні для того, щоб функція видавала правильні вихідні дані. Стрілки, що залишають блок праворуч, є вихідними. Вихідними є дані або об'єкти, які виробляються функцією.

Стрілки, з'єднані з нижньою частиною блока, відображають механізми. Стрілки, що вказують догори, ідентифікують деякі із засобів,

які підтримують виконання функції. Інші засоби можуть бути успадкованими від батьківського блока. Стрілки механізму, що вказують донизу, є стрілками виклику. Стрілки виклику допускають сумісне використання деталі між моделями (зв'язуючи їх разом) або між частинами тієї самої моделі. Блок, що викликається, забезпечує деталі для блока, що викликає.

Стандартні позиції стрілок показано на рис. 4.6.

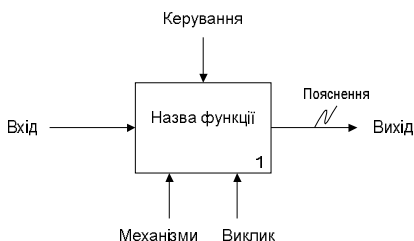



Рис. 4.6. Позиції і ролі стрілок на діаграмах IDEF0

Блоки відображають функції, які показують те, що має бути здійснене. Ім'я функції повинне бути активним дієсловом або дієслівною фразою. Наприклад: опрацювання частин, планування ресурсів, проведення огляду, моніторинг виконання, проектування системи, забезпечення підтримки, розроблення детального проекту, збирання компонент, інспектування частин тощо.

Стрілки ідентифікують дані або об'єкти, які потрібні для виконання функцій, або вони виробляють їх. Кожна стрілка повинна позначатися іменником або іменниковою фразою. Наприклад: специфікації, акт випробувань, бюджет, вимоги проектування, робочий проект, директива, інженер-проектувальник, блок плати, вимоги.

Підсумовуючи вищенаведене, зазначимо, що стандарт IDEF0 встановлює такі семантичні правила блоків і стрілок:

1. Блок повинен називатися активним дієсловом або дієслівною фразою.
  2. Кожна частина функціонального блока повинна мати стандартний взаємозв'язок блок/стрілка:
- Вхідні стрілки повинні пов'язуватися з лівою частиною блока.
  - Контрольні стрілки повинні пов'язуватися з верхньою частиною блока.

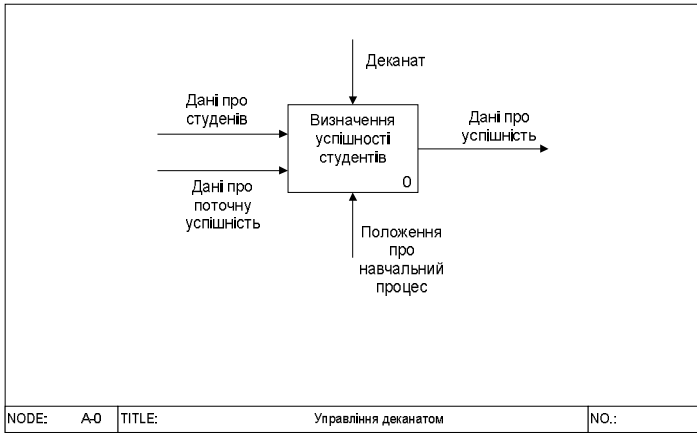
- Вихідні стрілки повинні пов'язуватися з правою частиною блока.
  - Стрілки механізму (крім стрілок виклику) повинні спрямовуватися догори і з'єднуватися з нижньою частиною блока.
  - Стрілки виклику механізму повинні спрямовуватися донизу, з'єднуватися з нижньою частиною блока, і повинні помічатися відповідним виразом для блоку, який деталізує заданий блок.
3. Сегменти стрілки, за винятком стрілок виклику, повинні помічатися іменником або іменниковою фразою так, щоб окрема мітка стрілки явно не стосувалася цілої стрілки.
  4. “Зигзаг” (  ) повинен використовуватися, щоб пов'язати стрілку з його міткою так, щоб взаємозв'язок стрілка/мітка був очевидний.
  5. Мітки стрілки не повинні складатися винятково з одного з таких термінів: функція, вхід, елемент управління, вихід, механізм або виклик.

### 4.2.3. Види діаграм IDEF0

Моделі IDEF0 складаються з трьох видів інформації: графічні діаграми, текст і глосарій. Ці діаграмні типи взаємно посиляються один на одного. Графічна діаграма – головна компонента моделі IDEF0, що містить блоки, стрілки, взаємні з'єднання блок/стрілка і пов'язані взаємозв'язки. Блоки відображають кожну основну функцію системи. Ці функції розбиті донизу або декомпоновані на детальніші діаграми, поки система не буде описана на такому рівні, що необхідний для підтримки цілі заданого проєкту. Діаграма верхнього рівня в моделі забезпечує найзагальніший або абстрактний опис системи, що моделюють. Цю діаграму доповнюють серіями дочірніх діаграм, що забезпечують більше деталей про систему.

Кожна модель повинна мати контекстну діаграму найвищого рівня, на якій модель системи відображає єдиний блок з під'єднаними стрілками. Така діаграма називається діаграмою А-0 (рис. 4.7).

Контекстна діаграма – це найабстрактніший рівень опису системи загалом. У контекст входить визначення суб'єкта моделювання, мети і точки зору на модель.



*Рис. 4.7. Приклад діаграми найвищого рівня*

Під суб'єктом розуміється сама система, до того ж необхідно точно встановити, що входить у систему, а що лежить за її межами, інакше кажучи, ми повинні визначити, що надалі розглядатимемо як компоненти системи, а що – як зовнішній вплив. На визначення суб'єкта системи істотно впливатиме позиція, з якої розглядається система, і ціль моделювання – питання, на які побудована модель повинна дати відповідь. Інакше кажучи, спочатку необхідно визначити ділянку моделювання. Опис ділянки як системи загалом, так і її компонент є основою побудови моделі. Хоча передбачається, що протягом моделювання ділянку можна коректувати, вона повинна бути переважно сталою, оскільки саме ділянка визначає напрямок моделювання і коли повинна бути закінчена модель. Під час формулювання ділянки необхідно враховувати дві компоненти – ширину і глибину. Ширину визначає границі моделі – визначаємо, що розглядатиметься усередині системи, а що ззовні. Глибина визначає, на якому рівні деталізації модель є закінченою. У разі визначення глибини системи потрібно не забувати про обмеження часу – трудомісткість побудови моделі зростає в геометричній прогресії від глибини декомпозиції. Після визначення границь моделі передбачають, що нові об'єкти не треба вносити в систему, що моделюють, оскільки всі об'єкти моделі взаємозалежні,

внесення нового об'єкта може бути не просто арифметичною додавкою, а може змінити наявні взаємозв'язки. Внесення таких змін у готову модель є, як правило, дуже трудомістким процесом.

Єдина функція, подана на контекстній діаграмі, може бути декомпонована на основні підфункції, створюючи її дочірню діаграму. Своєю чергою, кожна з цих підфункцій, може бути декомпонована на свої підфункції зі створенням відповідних дочірніх діаграм. Кожна дочірня діаграма містить дочірні блоки і стрілки, які забезпечують додаткову деталізацію батьківського блока (рис. 4.8).

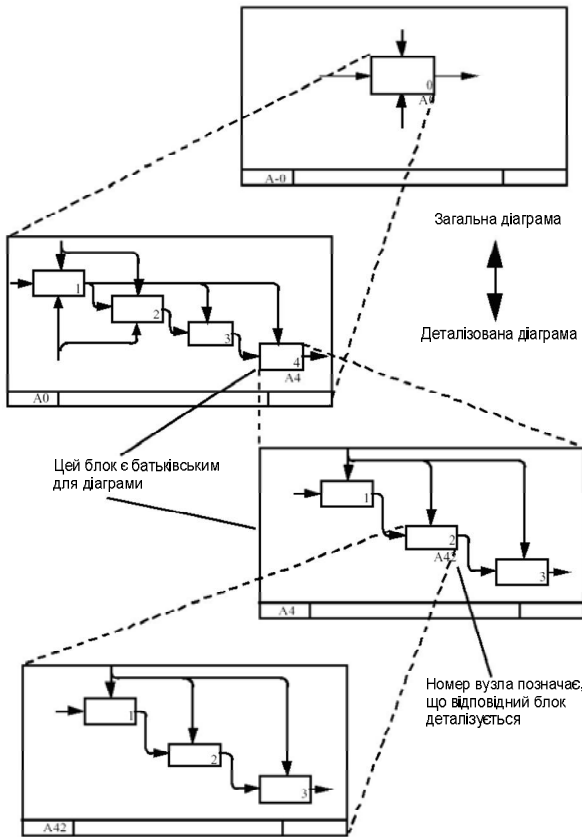


Рис. 4.8. Структура декомпозиції діаграм IDEF0

Деталізація дочірнього блока і наявність батьківського блока відображається у виразі деталей зв'язків (Detail Reference Expression – DRE). DRE – це короткий код, записаний нижче від нижнього правого кута блока, що деталізується чи є батьківським, і вказує на відповідну дочірню діаграму.

DRE повинен мати одну з таких форм:

1. Хронологічний номер створення, який повинен унікально ідентифікувати окрему версію дочірньої діаграми.
2. Номер сторінки дочірньої діаграми у виданому документі, в якому з'являється модель.
3. Номер вузла, що посилається на дочірню діаграму. Якщо є декілька версій дочірньої діаграми, то окрема версія не може бути вказана.
4. Номер примітки моделі, чий текст конкретизує умови для виділення окремої дочірньої версії.

Рис. 4.9 ілюструє використання номерів вузла як DRE. На рисунку присутність DRE під блоками 1, 2 і 3 вказує, що вони були деталізовані на зазначених дочірніх діаграмах.

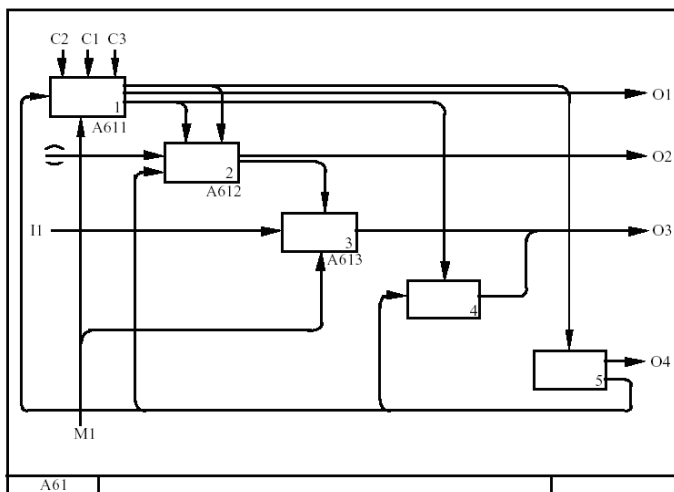


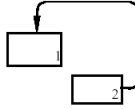
Рис. 4.9. Використання виразу деталей зв'язків на діаграмах IDEF0

Діаграми можуть мати пов'язаний з ними структурований текст, який використовується для забезпечення стислого опису діаграми. Текст повинен використовуватися для виокремлення особливостей, потоків, взаємозв'язків між блоками для пояснення призначень елементів діаграм. Текст не повинен використовуватися просто для опису, надмірно позначаючи значення блоків і стрілок.

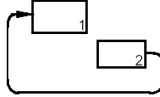
Глосарій потрібно використовувати для визначення умовних скорочень, ключових слів і фраз, які були використані в поєднанні з графікою на діаграмах. Глосарій визначає слова в моделі для їхнього загального розуміння і правильної інтерпретації вмісту моделі.

Під час побудови моделі системи за допомогою IDEF0 необхідно притримуватися таких правил графічного синтаксису:

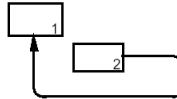
1. Діаграми повинні мати номери вузлів  $A-n$ , де  $n \geq 0$ .
2. Модель повинна містити контекстну діаграму  $A-0$ , яка містить тільки один блок.
3. Єдиний блок на контекстній діаграмі  $A-0$  повинен мати номер 0.
4. Неконтекстна діаграма повинна мати не менше трьох блоків, але не більше шести блоків.
5. Кожен блок на неконтекстній діаграмі повинен бути пронумерований в його нижньому правому куті в порядку від 1 до 6 (від верхньої лівої до правої нижньої частини діаграми).
6. Кожен блок, який був деталізований, повинен мати вираз деталей зв'язків (DRE) його дочірньої діаграми, записаний нижче від нижнього правого кута блока.
7. Стрілки потрібно рисувати як сегменти горизонтальних і вертикальних прямих ліній. Діагональні сегменти ліній використовувати не потрібно.
8. Кожен блок повинен мати мінімум одну контрольну стрілку і одну вихідну стрілку.
9. Блок повинен мати нуль або більше вхідних стрілок.
10. Блок повинен мати нуль або більше стрілок механізму, які не є викликами.
11. Блок повинен мати 0 або 1 стрілок виклику.
12. Контрольні зворотні зв'язки потрібно зображати так.



13. Вхідні зворотні зв'язки потрібно зображати так.



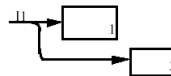
14. Зворотні зв'язки механізму потрібно зображати так.



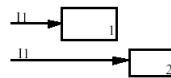
15. Незв'язаний кінець граничної стрілки повинен мати відповідний код, що визначає її зв'язок з батьківським блоком.

16. Відкриті граничні стрілки, які відображають одні й ті самі дані чи об'єкти, повинні бути під'єднані через галуження, щоб одночасно показати всі місця, на які вони впливають (за умови, що це не приводить до нерозбірливості діаграми). Тобто на діаграмах необхідно віддавати перевагу галуженням.

**кращий варіант**



**гірший варіант**



17. Імена блоків і мітки стрілок не повинні складатися лише з таких слів: функція, діяльність, процес, вхід, вихід, керування або механізм.

### 4.3. Стандарт IDEF1

IDEF1 використовується для створення інформаційної моделі, яка відображає структуру інформації (модель даних), потрібну для підтримки функцій виробничої системи або середовища [46]. IDEF1 можна розглядати, як метод для аналізу і комунікації у встановленні вимог до автоматизованого виробництва. Проте, IDEF1 передусім сконцентрований на підтримці завдань встановлення вимог щодо інформації, яка є

або повинна управлятися на підприємстві. У застосуваннях автоматизованого виробництва, IDEF1 загалом використовується для:

- 1) ідентифікації інформації, яка в поточний час управляється в організації;
- 2) ідентифікації проблем, які встановлені протягом аналізу потреб, і які спричинені відсутністю управління відповідною інформацією;
- 3) конкретизації інформації, яка управлятиметься в “майбутній” реалізації автоматизованого виробництва.

Метод IDEF1 пропонує множину правил і процедур для створення інформаційних моделей. Він об'єднує необхідні графіки, текст і форми, що дозволяє строго організувати побудову моделі даних.

Метод IDEF1 організований в стадіях з вимірними результатами і чітко визначеними результатами. На кожній ітерації він забезпечує точнішу конкретизацію понять. Такий підхід забезпечує модульність моделі, що захищає її від неповноти, неточностей і неузгодженостей, які часто можуть траплятися.

Модель даних IDEF1 має дві фундаментальні компоненти:

1. Діаграми – структурні характеристики моделі, що зображаються відповідно до множини правил і процедур, які конструюють значуще подання інформації.
2. Словник – значення кожного елемента, що відображається через текст та індекси, які зрозуміло визначають інформацію, відображену в моделі.

Інформаційна модель IDEF1 є відображенням повного виробничого підприємства і забезпечує базове визначення інформаційних потреб цієї організації. Вона гарантує, що інформацію можна спільно використовувати, і що інформаційна система всього підприємства є об'єднаною.

### *4.3.1. Розроблення інформаційної моделі IDEF1*

Техніка розроблення інформаційного моделювання складається з таких п'яти фаз:

1. Фаза Нуль – фаза встановлення контексту. Протягом цієї фази визначається ділянка моделі і встановлюються її завдання.
2. Фаза Один – визначення Класів Сутностей, які є безпосередньо видимі на цій стадії моделювання.

3. Фаза Два – визначення Класів Відношень, які існують між класами сутностей і під'єднують до моделі на цьому рівні.
4. Фаза Три – ідентифікація Класів Ключів для кожного Класу сутності, які приєднують до моделі на цьому рівні, і визначення кожного Класу Атрибуту, який використовується в Класі Ключів.
5. Фаза Чотири – виділення Класів неключових атрибутів, які потрібно пов'язати з класами сутностей моделі, і повне визначення кожного з цих Класів неключових Атрибутів.

Варто зазначити, що розроблення інформаційної моделі ітеративне, тобто модель еволюціонує від однієї стадії до ін. Така ітеративність відбувається до закінчення Фази Чотири, коли основні структурні характеристики інформації в межах контексту моделі будуть визначені.

Відповідно до ітеративного розроблення інформаційної моделі в техніці IDEF1 є три види обмінних циклів:

1. Цикл збирання даних.
2. Цикл валідації (перевірки).
3. Цикл огляду прийнятності.

Кожен з цих циклів може відбуватися багаторазово протягом життя моделювального проєкту.

Цикл збирання даних ініціалізується у Фазі Нуль. Його мета – встановити опорну лінію документації, з якої треба витягувати фундаментальну природу інформації, поданої в моделі. Реальний процес моделювання передбачає повернення до джерел цієї документації протягом пізніших фаз для виявлення певних аспектів цієї інформації. Тому Цикл збирання даних розглядається як “рекурсивна”, а не “одноразова” дія.

Цикл валідації передбачає, що розглядатимуть модель, що еволюціонує, кілька осіб (а не тільки автор-проєктувальник) на різних стадіях перед остаточним її затвердженням. Записані коментарі, які зробили ці рецензенти, повинні бути об'єднані в моделі, і процес валідації повинен повторюватися доти, доки не будуть досягнуті бажані результати.

Цикл огляду прийнятності – це оцінка групою експертів еволюціонуючої інформаційної моделі щодо визначення її прийнятності стосовно призначення. Ця група експертів може вимагати повторної перевірки певних особливих ділянок моделі. Огляд прийнятності зазвичай

чай відбувається більш ніж один раз протягом проектування моделі. Часто це відбуватиметься наприкінці певної фази, хоча необов'язково для кожної з них. У будь-якому випадку кінцевий цикл огляду прийнятності потрібно виконувати в кінці Фази Чотири.

#### 4.3.2. Фази створення інформаційної моделі IDEF1

Як було зазначено раніше, модель розробляють неперервно протягом наперед визначених фаз, кожна з яких складається із окремих дій, завдань, і результатів. Першою з них є Фаза Нуль – фаза визначення контексту.

Протягом Фази Нуль розкривається інтерпретація завдань моделювання. Результатом цієї фази є чітко встановлена множина продукції, яка об'єднує:

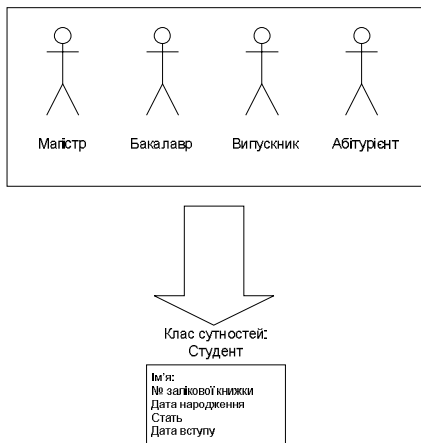
1. План проекту:
  - формулювання стратегічного завдання (цілі);
  - стратегічний план;
  - функціональний організаційний план;
  - план розподілу ресурсів.
2. Первинні відомості:
  - план збирання даних;
  - журнал первинних даних;
  - список первинних даних.
3. Умовні позначення автора.

На цій фазі також відбувається перший цикл збирання даних. Його результати відображають саму основу інформаційної моделі.

Фаза Один призначена для ідентифікації і визначення класів сутностей в моделі. Спочатку повинні бути ідентифіковані “класи сутностей”. Уважне читання різних документів, форм і інших записів організації допомагають розпочати цей процес. Необхідно чітко розрізнити поняття “сутність” і “клас сутностей”.

Сутність можна розглядати як об'єкт або дійсний, або абстрактний, який має властивості. Це є те, про що відомі певні особливі характеристики. Наприклад, особа є фізичною сутністю. Кожна особа має свої властивості, і ці властивості можна використовувати для того, щоб описати особу. Тобто властивості сутності відрізняють одну сутність від іншої.

Клас сутностей відображає види речей, які відомі як сукупність індивідуальних об'єктів, що мають подібні властивості (рис. 4.10). Наприклад, різні особи можуть мати різні імена, але вони належать до одного класу сутностей. Клас Сутностей відображає інформацію, яка відома про сукупність індивідуальних об'єктів, які мають подібні властивості. Класи сутностей – це один з первинних блоків інформаційної моделі, що розробляють.



*Рис. 4.10. Синтез Класів сутностей*

Результатом аналізу початкового матеріалу, отриманого у Фазі Нуль, є перелік допустимих класів сутностей, які можна використувати для подання предметної області. Цей перелік становить т.зв. Пул Класів сутностей. Після ідентифікації класу сутностей необхідно визначити. Це перший крок в побудові Глосарію Класів сутностей. Основою цього глосарію виступає пул Класів сутностей. Глосарій передбачає повний опис кожного Класу сутностей, що є в пулі (рис. 4.11).

Фаза Два призначена для поглиблення рівня деталізації моделі даних. Ця фаза починає ідентифікувати взаємозв'язки, які позначають значення асоціацій між сутностями. Результатом цієї фази є створені Діаграми Класів сутностей, які за допомогою належного синтаксису відображають значення взаємозв'язків, поданих у моделі як “класи взаємозв'язків”. Тут необхідно розуміти різницю між термінами



Діаграма класу сутностей концентрує увагу на одному Класі сутностей, який називається предметом. Предметний клас сутностей зображається приблизно в центрі діаграми. Інші Класи сутностей, які мають класи взаємозв'язків з предметним Класом сутностей, зображаються навколо нього. У цьому разі зображаються лише ті Класи сутностей, які мають прямі взаємозв'язки з предметним Класом сутностей (рис. 4.13).

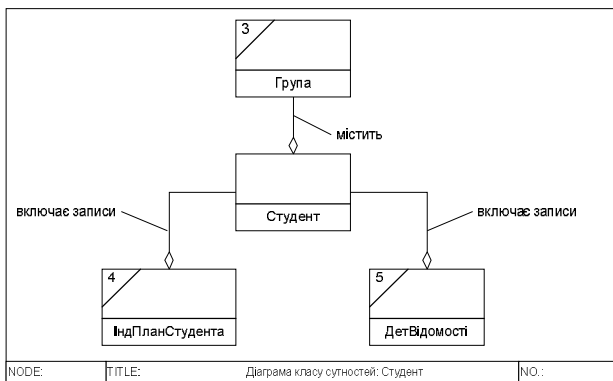


Рис. 4.13. Діаграма класів сутностей IDEF1

IDEF1 діаграми складаються з певної кількості класів сутностей, з'єднаних лініями і символами, які відображають взаємозв'язки між відповідними сутностями. До того ж використовують такі позначення для взаємозв'язків міжкласів сутностей:

- $\diamond$  – ромб – взаємозв'язок “нуль, один або багато”;
- $\triangleleft$  – пів-ромб – взаємозв'язок “нуль або один”;
- відсутній ромб або пів-ромб – взаємозв'язок “один”.

На рис. 4.14 подано можливі варіанти Класів взаємозв'язків з використанням цих позначень.

Оскільки завданням побудови моделі даних є наочне і зрозуміле відображення структур даних, які використовують в межах предметної області, то для подання значення поданого взаємозв'язку використовують мітки класів взаємозв'язків. За допомогою мітки класу взаємозв'язків можна сконструювати відповідне речення (твердження), яке відображає основне значення взаємозв'язку між поданими сутностями.

Мітки класів взаємозв'язків подають за допомогою дієслів або дієслівних фраз, які описують значення взаємозв'язку.

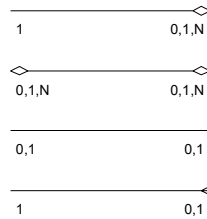


Рис. 4.14. Класи взаємозв'язків на діаграмах IDEF1

Завданням Фази Три є виділення ідентифікації (визначення унікальності, неповторності) конкретних сутностей серед всього Класу сутностей. Тобто на цій фазі визначають “Ключові класи.” Ключовий клас складається з одного або декількох “Класів атрибутів”, які забезпечують унікальну ідентифікацію кожного представника Класу сутностей. Тут необхідно розрізнити такі терміни, як “Атрибут”, “Клас атрибутів”, і “Ключовий клас”. Під час побудови IDEF1-моделі атрибут – це індивідуальна властивість конкретної сутності. Атрибут має як ім'я, так і значення. Конкретне значення, як наприклад “123”, є беззмістовним, поки воно не буде пов'язане з ім'ям атрибута. Тобто якщо “Довжина в сантиметрах дорівнює 123”, то символи “123” приймають певний зміст. У цьому прикладі, “довжина в сантиметрах” – це ім'я атрибута, а “123” – його значення.

Сутності, якихі описують за допомогою однієї множини імен атрибутів, подають як класи сутностей. Кожен представник цього Класу сутностей унікально ідентифікується певною унікальною комбінацією значень, пов'язаних з іменами атрибутів, які є притаманними для усіх представників Класу сутностей. Імена атрибутів, які є притаманними для усіх представників Класу сутностей, визначаються як Класи атрибутів.

Кожен представник Класу сутностей (тобто сутність) унікально може відрізнитися від інших представників не обов'язково за допомогою усієї множини Класів атрибутів. Якщо один або декілька Класів атрибутів забезпечують унікальну ідентифікацію конкретних сутностей, то вони в сукупності становлять Клас ключових атрибутів (або Ключовий клас).

Множина класів атрибутів для Класу сутностей становить пул Класів атрибутів. Більшість з них отримують з матеріалів першоджерел з Фази Нуль.

Класи атрибутів, як і класи сутностей і класи взаємозв'язків, повинні бути визначені повністю. Фаза Три концентрує увагу на визначенні класів атрибутів, які використовують у Ключових класах. Після визначення ключових класів починається побудова діаграм Класів атрибутів (рис. 4.15).

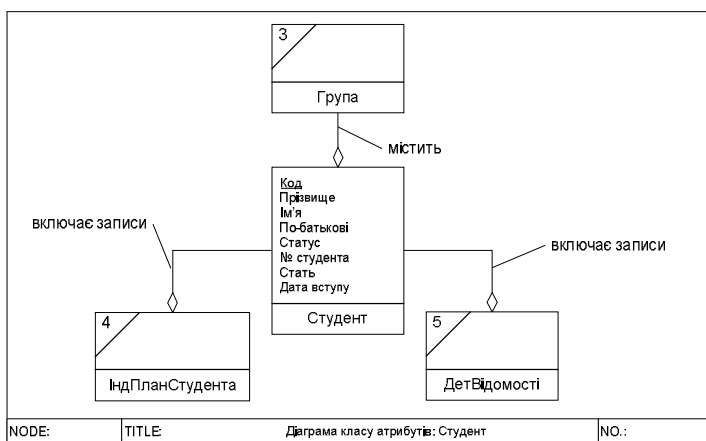


Рис. 4.15. Діаграма Класів атрибутів IDEF1

Подібно до діаграми Класів сутностей, діаграма Класів атрибутів має справу з єдиним предметним Класом сутностей, який розташований приблизно по центру графічної сторінки. Діаграми Класу атрибутів можна вважати розширенням діаграм Класу сутностей. Різниця між цими діаграмами полягає в наявності Класів атрибутів в межах блоків Класів сутностей на діаграмах Класів атрибутів.

Фаза Чотири зосереджує увагу на класах атрибутів, які не використовуються в Ключових класах Фази Три. Кожен з цих класів атрибутів має бути визначений і його використання – описане. Основна діяльність на Фазі Чотири полягає у пов'язуванні всіх класів неключових

чових атрибутів до відповідних класів сутностей. Результат цього процесу зумовлює до породження нових діаграм, які остаточно деталізують діаграми Фази Три.

## 4.4. Діаграми потоків даних DFD

Діаграми потоків даних (DFD) є основним засобом моделювання функціональних вимог до системи, яку проєктують. З їхньою допомогою ці вимоги розбивають на функціональні компоненти (підсистеми, процеси) та подають у вигляді мережі, зв'язаної потоками даних.

Головна мета засобів DFD – продемонструвати, як кожен процес перетворює вхідні дані у вихідні, а також виявити співвідношення між цими процесами.

Результатом побудови функціональної моделі системи є ієрархія DFD, яка описує асинхронний процес перетворення інформації від її введення в систему до видачі користувачу. Діаграми верхніх рівнів ієрархії (контекстні діаграми) визначають основні процеси або підсистеми ІС із зовнішніми входами і виходами. Вони деталізуються за допомогою діаграм нижнього рівня. Така декомпозиція на багаторівневу ієрархію діаграм продовжується доти, доки не буде досягнуто такого рівня декомпозиції, на якому процеси стають елементарними і деталізувати їх далі нема потреби в контексті заданого розгляду системи.

Для зображення DFD існують різні нотації (системи позначень), найвживанішими з яких є нотації Йордана (Yourdon) та Гейна-Сарсона (Gane-Sarson).

### 4.4.1. Основні елементи діаграм потоків даних DFD

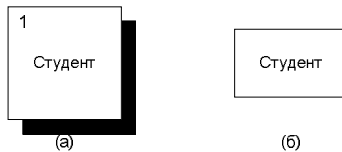
Побудова моделі ІС за допомогою DFD полягає у виокремленні елементів, які породжують/перетворюють/накопичують/споживають інформацію (дані), яку переносять відповідні інформаційні потоки (потоки даних). Зокрема, джерела інформації (зовнішні сутності) породжують потоки даних, які переносять інформацію до підсистем або процесів. Ті, також, перетворюють інформацію і породжують нові потоки, що переносять інформацію до інших підсистем або процесів, накопичувачів даних, а також назад до зовнішніх сутностей – споживачів інформації.

Отже, основними компонентами DFD є:

- зовнішні сутності;
- системи, підсистеми/процеси;
- накопичувачі даних;
- потоки даних.

**Зовнішня сутність** – це сутність, яка перебуває поза контекстом системи і відображає матеріальний/віртуальний предмет або фізичну особу, що є джерелом або приймачем інформації.

Кожна зовнішня сутність повинна мати ім'я, яке позначається іменником або іменниковою фразою (наприклад, абітурієнт, студент, замовник, постачальник, клієнт, склад). Зовнішня сутність позначається квадратом (прямокутником) так, щоб її можна було виділити від інших елементів, які безпосередньо належать до ІС (рис. 4.16). Також зовнішня сутність може мати номер, який зображається у верхньому лівому куті.



*Рис. 4.16. Позначення зовнішньої сутності на DFD в нотаціях Гейна-Сарсона (а) та Йордана (б)*

Очевидно, що об'єкти, позначені як зовнішні сутності, не повинні брати участь ні в якому опрацюванні інформації. Тобто зовнішня сутність вказує на те, що вона перебуває за межами ІС, що аналізують. Однак під час детального аналізу певні зовнішні сутності можна перенести всередину аналізованої ІС – тоді вони не повинні зображатися як зовнішні сутності на DFD. Частина процесів ІС також можна внести за межі DFD і подати як зовнішню сутність.

Модель системи на DFD подається як ієрархія систем, підсистем та процесів. **Системою** називається вершина найвищого рівня цієї ієрархії. Зображення моделі складної ІС на найзагальнішому рівні за допомогою DFD у вигляді однієї системи як єдиного цілого називається контекстною діаграмою. Кожна система під час побудови серії DFD, які в сукупності відображають або яка може бути декомпована на ряд підсистем чи процесів, а кожна підсистема – на ряд інших підсистем чи

процесів. Процеси – це кінцеві (лишкові) вершини ієрархії, що відображає модель системи, тобто процеси не передбачають декомпозицію.

Приклад зображення систем/підсистем на DFD подано на рис. 4.17.

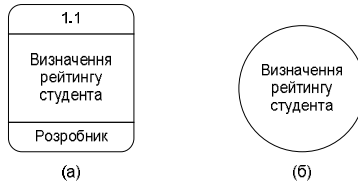


Рис. 4.17. Позначення системи/підсистеми на DFD в нотаціях Гейна-Сарсона (а) та Йордана (б)

Кожна система/підсистема повинна мати назву (зображається посередині), яка формується дієсловом або дієслівним виразом.

Нагорі можна вказати номер підсистеми, який слугує для її ідентифікації. Внизу можна вказати розробника, який відповідає за її реалізацію.

Приклад зображення процесу на DFD подано на рис. 4.18.

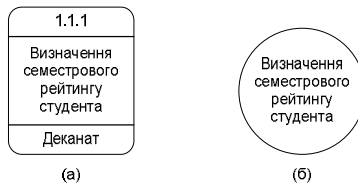


Рис. 4.18. Позначення процесу на DFD в нотаціях Гейна-Сарсона (а) та Йордана (б)

Вимоги до назви і нумерації процесів такі самі, як і для систем/підсистем. Для побудови назви процесів зазвичай використовують достатньо конкретні дієслова (дієслівні звороти), такі як “обчислити”, “розрахувати”, “перевірити”, “визначити”, “створити”, “одержати” тощо. Використання таких дієслів, як “опрацювати”, “модернізувати” або “відредагувати” означає, як правило, недостатньо глибоке розуміння цього процесу і потребує подальшого аналізу.

Зображаючи процес внизу, можемо вказати місце фізичної реалізації процесу. Місце фізичної реалізації може позначати, наприклад, підрозділ організації (відділ), що виконує опрацювання вхідних документів і створення звітів, програму, апаратно реалізований логічний пристрій тощо.

**Процес** – це перетворення вхідних потоків даних у вихідні відповідно до визначеного алгоритму. Тобто призначення процесу полягає в продукуванні вихідних потоків з вхідних відповідно до дій, які задала назва процесу. Аналогічне визначення є коректним і для підсистем. Тому основною відмінністю між процесами і підсистемами є ступінь їхньої деталізації: підсистему деталізують процеси та інші підсистеми, тоді як процеси не потребують подальшої деталізації. Якщо в результаті аналізу системи певні процеси потребують подальшої деталізації, то їх переводять в розряд підсистем, кожен з яких зображають відповідною DFD. Можлива також ситуація, коли певні підсистеми не потребують деталізації на процеси. Тоді їх переводять в розряд процесів, а відповідні DFD вилучають з моделі ІС.

**Накопичувач даних** – це абстрактний пристрій для збереження інформації, яку можна в будь-який момент часу помістити в накопичувач і через деякий час витягти, причому способи розміщення і отримання можуть бути різними і детально не розглядаються. Наприклад, накопичувач може реалізовуватися за допомогою картотеки, таблиць бази даних, файлів на фізичному носії тощо.

Накопичувач даних на DFD зображається як показано на рис. 4.19.



Рис. 4.19. Позначення накопичувача даних на DFD в нотаціях Гейна-Сарсона (а) та Йордана (б)

Накопичувач даних дозволяє на певних етапах визначати дані, які будуть зберігатися в пам'яті між виконанням процесів. Фактично накопичувач зберігає “зрізи” потоків даних у часі, які можна використувати в будь-який момент часу після “проведення” цього зрізу. Для правильної ідентифікації вмісту (тобто даних) накопичувач повинен

мати відповідну назву (ім'я), яку описують іменником або іменниковим зворотом. Нагромаджувачі даних у загальному випадку є прообразом майбутньої бази даних і опису даних, які зберігатимуться в цій базі даних. Тому назви нагромаджувачів даних повинні узгоджуватися з моделлю даних ІС.

Кожен накопичувач даних може ідентифікуватися відповідною позначкою ліворуч від його назви.

**Потік даних** – це механізм, який використовується для моделювання передавання інформації (даних) з однієї частини системи в іншу. Потік даних визначає інформацію, яка передається через певне з'єднання від джерела до приймача. Реальний потік даних може бути інформацією, переданою через кабель між двома пристроями, листами, які пересилаються поштою, магнітими чи оптичними носіями тощо.

Потік даних на DFD зображається лінією, яка закінчується стрілкою, що показує напрямок потоку інформації (рис. 4.20).

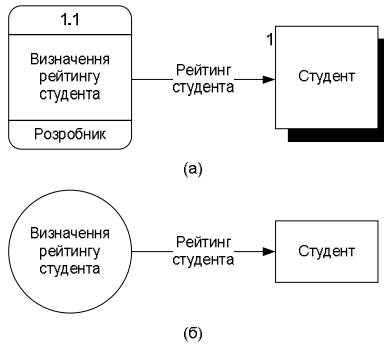


Рис. 4.20. Позначення потоку даних на DFD в нотаціях Гейна-Сарсона (а) та Йордана (б)

Інколи інформація може рухатися в одному напрямку, опрацьовуватися та повертатися назад до її джерела. Така ситуація може моделюватися або двома різними потоками, або одним – двонапрявленим.

Кожен потік даних має назву (ім'я), яка відображає його зміст.

У разі з'єднання джерел і приймачів за допомогою потоків даних на DFD необхідно дотримуватися декілька природних правил. Потоки даних можуть безпосередньо з'єднувати:

- зовнішню сутність з системою/підсистемою/процесом;
- накопичувач даних з системою/підсистемою/процесом;
- підсистему/процес з іншою підсистемою/процесом.

Потоки даних не можуть безпосередньо з'єднувати:

- дві зовнішні сутності між собою;
- два нагромаджувачі даних між собою;
- зовнішню сутність з нагромаджувачем даних.

З цих правил зрозуміло, що зовнішні сутності і нагромаджувачі даних обов'язково мають з'єднуватися через систему/ підсистему/ процес.

#### *4.4.2. Побудова моделі системи за допомогою DFD*

Побудова моделі ІС за допомогою DFD починається з побудови контекстної діаграми, яка моделює систему найзагальніше. Контекстна діаграма ілюструє інтерфейс системи з зовнішнім світом, а саме, інформаційні потоки між системою та зовнішніми сутностями (наприклад, користувачами чи іншими зовнішніми системами), з якими вона повинна бути зв'язана. Вона ідентифікує ці зовнішні сутності, а також, як правило, єдиний процес, який, наскільки це можливо, відображає головну мету або природу системи. Кожен проект повинен мати лише одну контекстну діаграму.

Далі необхідно здійснити декомпозицію системи на підсистеми/процеси, а підсистеми – на інші підсистеми/процеси. До того ж кожна підсистема описуватиметься відповідною DFD 1-го, 2-го, і т.д. рівнів.

Наприклад, DFD 1-го рівня розкриває функціонування усієї системи, яка присутня на контекстній діаграмі. Побудована діаграма 1-го рівня містить множину підсистем/процесів, які також можуть бути піддані декомпозиції на DFD нижчого (тобто 2-го) рівня. Отже, будується ієрархія DFD з контекстною діаграмою в корені дерева. Цей процес декомпозиції триває доти, доки процеси не можуть бути ефективно описані за допомогою коротких (до однієї сторінки) міні-специфікацій опрацювання (специфікацій процесів).

Під час такої побудови ієрархії DFD кожен процес нижчого рівня необхідно зіставити з процесом вищого рівня. Звичайно для цієї мети використовуються структуровані номери процесів/підсистем. Так, на-

приклад, якщо деталізується підсистема/процес з номером 2 на діаграмі першого рівня за допомогою DFD, що містить три процеси, то їхні номери повинні мати такий вигляд: 2.1, 2.2 та 2.3. За необхідності можна перейти на наступний рівень, тоді, наприклад, під час деталізації процесу 2.2 отримуємо підпроцеси з номерами 2.2.1, 2.2.2. і т.д.

Під час деталізації підсистем/процесів також необхідно дотримуватися таких правил:

- правило балансування означає що під час деталізації підсистеми/процесу деталізуюча діаграма у якості джерел або приймачів даних може мати тільки ті компоненти (підсистеми, процеси, зовнішні сутності, нагромаджувачі даних), з якими підсистема/процес має безпосередній інформаційний зв'язок на батьківській діаграмі;
- правило нумерації – означає, що під час деталізації процесів повинна підтримуватися їхня ієрархічна нумерація, тобто номер батьківського процесу входить (ліворуч) в номер підпорядкованого процесу (див. приклад вище);
- міні-специфікація (описання логіки процесу) повинна формулювати його основні функції так, щоб надалі фахівець, який виконує реалізацію проекту, зміг відповідно розробити програму чи застосування (додаток).

Міні-специфікація є останньою стадією декомпозиції системи. Рішення про закінчення деталізації процесів і використання міні-специфікацій приймає аналітик, враховуючи такі критерії:

- наявності в процесі порівняно невеликої кількості вхідних і вихідних потоків даних (2–3 потоки);
- можливості описання перетворення даних процесом у вигляді послідовного алгоритму;
- виконання процесом єдиної логічної функції перетворення вхідної інформації у вихідну;
- можливості описання логіки процесу за допомогою міні-специфікації невеликого обсягу (не більш 20–30 рядків).

Головна мета побудови ієрархії DFD полягає в тому, щоб зробити вимоги зрозумілими на кожному рівні деталізації, а також розбити ці вимоги на частини з точно визначеними співвідношеннями між ними. Для досягнення цієї мети доцільно користуватися такими рекомендаціями:

- Розміщувати на кожній діаграмі від 3 до 7 процесів. Верхня межа відповідає людським можливостям одночасного сприймання та розуміння структури складної системи з множиною внутрішніх зв'язків; нижня межа обрана з міркувань здорового глузду: немає потреби деталізувати процес діаграмою, що містить всього один або два підпроцеси.
- Не засмічувати діаграми неістотними на цьому рівні деталями.
- Декомпозицію потоків даних потрібно здійснювати паралельно з декомпозицією процесів; ці дві роботи треба виконувати одночасно.
- Для поліпшення зрозумілості діаграм потрібно обирати зрозумілі імена процесів та потоків; до того ж необхідно намагатися не використовувати аббревіатури.
- Одноразово визначати функційно ідентичні процеси на найвищому рівні, де такі процеси необхідні, і покликатися на них на нижніх рівнях.
- Користуватися найпростішими діаграмними техніками: якщо будь-що можна описати за допомогою DFD, то власне це необхідно робити, а не використовувати для описання складнішої техніки.
- Відділяти (локалізувати) керівні структури від структур, що опрацьовують дані (тобто процесів).

Звичайно, виконання цих рекомендацій є необов'язковим, однак їхнє дотримання надає DFD наочнішого і зрозумілішого вигляду. Відповідно до цих рекомендацій процес побудови моделі розбивається на такі етапи:

1. Розбиття (кластеризація) множини вимог та організація їх в основні функціональні групи.
2. Ідентифікація зовнішніх об'єктів, з якими система повинна бути пов'язана.
3. Ідентифікація основних видів інформації, що циркулює між системою та зовнішніми об'єктами.
4. Попереднє розроблення контекстної діаграми, на якій підсистеми/процеси подають основні функціональні групи, зовнішні об'єкти – зовнішні сутності, потоками дані між підсистемами/процесами і зовнішніми сутностями – основні види інформації.
5. Вивчення попередньої контекстної діаграми і внесення до неї змін за результатами відповідей на питання, що виникають за всіма її частинами.

6. Побудова контекстної діаграми, об'єднуючи всі процеси попередньої діаграми в один процес, а також групування потоків.
7. Формування DFD першого рівня на базі процесів попередньої контекстної діаграми.
8. Перевірка виконання основних вимог до DFD першого рівня.
9. Декомпозиція кожного процесу поточної DFD за допомогою деталізуючої діаграми або специфікації процесу.
10. Перевірка виконання основних вимог до DFD відповідного рівня.
11. Додавання визначення нових потоків в словник даних у разі кожної їхньої появи на діаграмах.
12. Паралельне (з декомпозицією) вивчення вимог (зокрема і нових), їхнє розбиття на елементарні вимоги та ідентифікація процесів або специфікацій процесів, які відповідають цим вимогам.
13. Після побудови двох-трьох рівнів проведення ревізії з метою перевірки коректності та поліпшення розуміння моделі.
14. Побудова специфікації процесу (а не найпростішої діаграми) у разі, якщо деяку функцію складно або неможливо відобразити комбінацією процесів.

Звичайно, після побудови повної моделі системи її необхідно верифікувати (перевірити на повноту й узгодженість). У повній моделі усі її об'єкти (підсистеми, процеси, потоки даних) повинні бути докладно описані і деталізовані. Виявлені недеталізовані об'єкти варто деталізувати, повернувшись на попередні етапи побудови моделі. В узгоджений моделі для всіх потоків даних і нагромаджувачів даних повинно виконуватися правило зберігання інформації: усі дані, які куди-небудь надходять, повинні бути зчитані, а всі дані, що зчитуються, повинні бути збережені.

#### *4.4.3. Розширення діаграм потоків даних*

Стандартні елементи DFD не завжди є достатніми для наочного відображення усіх особливостей функціонування системи. Для уникнення цих незручностей та для зменшення обсягів текстових пояснень проводять певні доповнення (розширення) діаграм потоків даних.

Якщо на якомусь етапі в системі необхідно мати незалежні потоки даних, а на іншому етапі вони мають бути з'єднані в один потік, то в таких випадках відповідні потоки (їх називають груповими)

об'єднують за допомогою групового вузла. До операції з'єднання потоків також може існувати зворотна операція – розщеплення потоків на підпотоки. Аналогічно можна здійснювати декомпозицію потоків через межі діаграм, що дає змогу істотно спростити DFD.

Застосування таких операцій над потоками даних дозволяє забезпечити структуру даних, збільшує наочність і читабельність діаграм. Для забезпечення декомпозиції потоків даних та деяких інших сервісних можливостей до DFD додаються такі типи об'єктів (рис. 4.21):

- Груповий вузол – призначений для розщеплення та об'єднання потоків. У деяких випадках може бути відсутнім, тобто фактично вироджуватися в точку злиття/розщеплення потоків на діаграмі.
- Вузол-батько – дає змогу узгоджувати вхідні та вихідні потоки між процесом, що деталізуються, та деталізуючою DFD.
- Вузол, що не використовується – застосовується в ситуації, коли декомпозиція даних здійснюється в груповому вузлі, до того ж вимагаються не всі елементи потоку, що входить у вузол.
- Вузол зміни імені – дозволяє неоднозначно іменувати потоки, еквівалентні за вмістом. Один з потоків даних є вхідним для даного вузла, а інший – вихідним.
- Текст в довільному форматі в будь-якому місці діаграми.

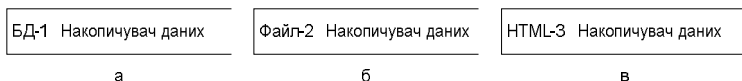


Рис. 4.21. Додаткові елементи керування потоками даних на DFD: а – груповий вузол; б – вузол-батько; в – вузол, що не використовується; г – вузол зміни імені

У [14] також запропоновано проводити певні уточнення нагромаджувачів даних у разі, якщо за допомогою DFD моделюються інформаційні системи, які функціонують, наприклад, у глобальному інформаційному середовищі World Wide Web (WWW). Взагалі, будь-який WWW-проект (сайт-візитка, електронна вітрина, електронний магазин, форум, електронний журнал, пошукова система тощо) є інформаційною системою, які називають Веб-системами.

Для Веб-систем особливо важливим є спосіб збереження і передавання даних (база даних, плоскі файли, HTML-сторінки тощо)

через розподілений характер таких систем. Традиційні діаграми потоків даних розглядають нагромаджувачі даних як бази даних або їхні частини. Для специфікації власне формату збереження даних необхідно робити відповідні позначки.



*Рис. 4.22. Специфікація форматів збереження даних у нагромаджувачах даних на DFD в нотації Гейна-Сарсона: а – база даних; б – файл; в – HTML-сторінка*

## 4.5. Діаграми “сутність-взаємозв’язок” ERD

Модель сутність-взаємозв’язок (Entity-Relationship, ER), незважаючи на різноманітні синтаксиси та деякі семантичні відмінності, є дуже поширеною як у дослідницькій сфері, так і у галузі розроблення програмного забезпечення. Ця модель є простою для сприйняття та використання. ER-діаграми (ERD) забезпечують наочне відображення моделі даних. Ціль моделювання даних полягає в забезпеченні розробника ІС концептуальною схемою бази даних у формі однієї або декількох локальних моделей, які переважно легко можуть бути відображені в будь-якій системі баз даних. Тому ER-діаграми зосереджують увагу на структурних аспектах схеми бази даних, а не на аспектах поведінки, що дає змогу їх широко використовувати у документуванні програмного забезпечення з пристосуванням для багатьох користувачів.

ER-модель можна використовувати для розв’язування декількох споріднених задач:

- Аналіз – моделювання предметної області.
- Проектування – описання схеми бази даних для комп’ютерної системи.
- Реалізація – створення схеми бази даних за допомогою СКБД, яка безпосередньо підтримує ER-модель.

Діаграми “сутність-зв’язок” (ERD) призначені для розроблення моделей даних та забезпечують стандартний засіб визначення даних і співвідношень між ними. Фактично за допомогою ERD здійснюється деталізація сховищ даних проєктованої системи, а також документу-

ються сутності системи та засоби їхньої взаємодії, зокрема ідентифікацію об'єктів (сутностей), важливих для предметної області, властивостей цих об'єктів (атрибутів) та їхніх зв'язків з іншими об'єктами.

Нотацію ER-діаграм уперше ввів П. Чен [43]. Однак через погану читабельність вона практично не застосовується для проектування баз даних за допомогою засобів автоматизованого проектування (CASE-засобів). Власне практичного використання набули ER-діаграми у нотації Баркера з різними модифікаціями (наприклад, нотація Crow's Foot) [21]. Ці діаграми безпосередньо реалізовані, зокрема, у таких відомих CASE-засобах, як Oracle Designer чи ER-Win.

#### *4.5.1. Основні елементи ER-діаграм в нотації Чена*

Нотація Чена надає достатньо широкий набір засобів моделювання даних, а також власне ERD, а також діаграми атрибутів і діаграми декомпозиції. Ці діаграмні техніки використовують передусім для проектування реляційних баз даних.

ERD містять два базові поняття:

- сутність;
- взаємозв'язок.

Сутність – це множина екземплярів реальних або абстрактних об'єктів (людей, подій, станів, ідей, предметів тощо), які мають спільні атрибути або характеристики. Будь-який об'єкт системи можна подати тільки однією сутністю, яка повинна бути унікально ідентифікована за допомогою назви. До того ж назва сутності повинна відображати тип або клас об'єкта, а не його конкретний екземпляр (наприклад, “Предмет”, а не “Технології інформаційного менеджменту”).

Взаємозв'язок в найзагальнішому вигляді є зв'язком між двома і більше сутностями. Іменування взаємозв'язків здійснюється за допомогою дієслів або дієслівних виразів (наприклад, Має, Визначає, Може володіти тощо).

Інакше кажучи, сутностями є базові типи інформації, які зберігаються в базі даних, а взаємозв'язки показують, як ці типи даних пов'язані між собою. Введення подібних взаємозв'язків переслідує дві основні цілі:

- забезпечення зберігання інформації в єдиному місці (навіть якщо її використовують у різних комбінаціях);

- використання цієї інформації різними застосуваннями.

На рис. 4.23 подано зображення сутностей на ERD в нотації Чена.



Рис. 4.23. Позначення сутностей на ERD в нотації Чена

Незалежна сутність відображає незалежні дані, які завжди присутні в системі. Взаємозв'язки з іншими сутностями можуть як існувати, так і бути відсутніми. Своєю чергою залежна сутність відображає дані, залежні від іншої сутності в системі. Тому вона повинна завжди мати взаємозв'язок з іншою сутністю. Асоційована сутність відображає дані, які асоціюються з взаємозв'язками між двома і більше сутностями.

На рис. 4.24 подано зображення взаємозв'язків на ERD в нотації Чена.



Рис. 4.24. Позначення взаємозв'язків на ERD в нотації Чена

Необмеженим (обов'язковим) взаємозв'язком є безумовне пов'язування сутностей, тобто такий взаємозв'язок завжди існує доти, поки існують відповідні сутності. Обмеженим (необов'язковим) взаємозв'язком є умовне пов'язування сутностей. Істотно обмежений взаємозв'язок використовується, коли відповідні сутності взаємно залежні в системі.

Для ідентифікації вимог, відповідно до яких сутність входить у взаємозв'язок, використовують “належності”. Кожна належність з'єднує сутність і взаємозв'язок і може бути спрямована тільки від сутності до взаємозв'язку. Значення належності характеризує її тип і, як правило, вибирається з таких варіантів:

- “0 або 1”;
- “0 або більше”;



Кожна сутність має один або декілька атрибутів, які однозначно ідентифікують кожен екземпляр сутності. До того ж будь-який атрибут можна визначити як ключовий. Для відображення асоційованих з сутностями атрибутів здійснюється відповідна деталізація за допомогою діаграм атрибутів (рис. 4.26). Діаграма атрибутів складається з сутності та відповідних атрибутів. Для ідентифікації ключового атрибуту використовують підкреслення імені атрибуту.

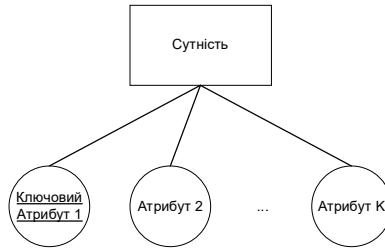


Рис. 4.26. Позначення на діаграмі атрибутів у нотації Чена

**Приклад 4.2.** Для прикладу 4.1 діаграма атрибутів сутності *Відомість* матиме вигляд як показано на рис. 4.27.

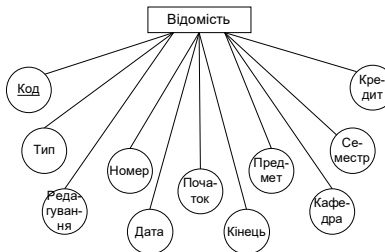


Рис. 4.27. Діаграма атрибутів у нотації Чена

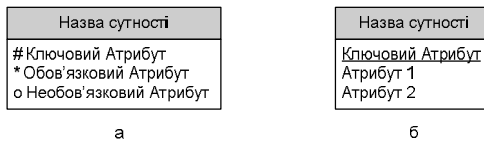
#### 4.5.2. Основні елементи ER-діаграм в нотації Баркера

Нотація Баркера та її модифікації (наприклад, Crow's Foot) для ERD були розроблені для усунення недоліків ERD у нотації Чена, зокрема таких:

- ERD в нотації Чена не дають наочного зображення усієї моделі даних, оскільки для визначення атрибутів існує окремий вид діаграм; якщо поєднати ERD разом з діаграмами атрибутів, то в результаті отримується занадто громіздка і погано читабельна схема;
- Взаємозв'язки на ERD в нотації Чена зображають окремими вузлами, які за розмірами є співвимірні з вузлами-сутностями, що не дає змогу сконцентрувати увагу власне на найважливіших елементах ERD-сутностей.

У нотації Баркера використовують лише один тип діаграм – ERD, які містять як взаємозв'язки між сутностями, так і атрибути сутностей.

Сутність (Entity) – це реальний або уявний об'єкт, який має істотне значення для аналізованої предметної області, інформація про який підлягає збереженню. Кожна сутність зображається прямокутником, у верхній частині якого вказується унікальне ім'я (рис. 4.28). Сутності мають один або декілька атрибутів, які зображаються списком імен цих атрибутів у середині прямокутника сутності. Ім'я кожного атрибута є унікальним в межах сутності і є іменником або іменниковою фразою, що описує характеристику, яку подає атрибут.



*Рис. 4.28. Позначення сутності та атрибутів на ERD в нотаціях Баркера (а) та Crow's Foot (б)*

Атрибут – це будь-яка характеристика сутності, яка є істотною для аналізованої предметної області і призначена для кваліфікації, ідентифікації, класифікації, кількісної характеристики або відображення стану сутності. Атрибут відображає тип характеристик або властивостей, асоційованих із множиною реальних або абстрактних об'єктів (людей, місць, подій, станів, ідей, предметів тощо). Екземпляр атрибута – це визначена характеристика окремого елемента цієї множини. Екземпляр атрибута визначається типом характеристики і її значенням – значенням атрибута. У ERD атрибути асоціюються з конкретними



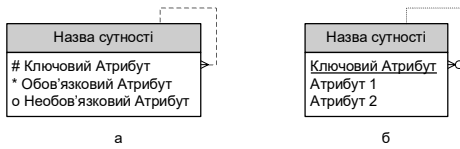


Рис. 4.30. Рекурсивний взаємозв'язок на ERD в нотаціях Баркера (а) та Crow's Foot (б)

Якщо взаємозв'язок використовується для ідентифікації сутностей, то на ньому роблять відповідні позначки (рис. 4.31) за допомогою риски (в нотації Баркера) або суцільної лінії (в нотації Crow's Foot).

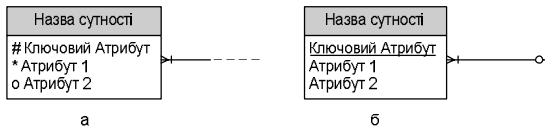


Рис. 4.31. Позначення взаємозв'язків, які ідентифікують сутності, на ERD в нотаціях Баркера (а) та Crow's Foot (б)

**Приклад 4.3.** Для моделі даних з прикладу 4.1, поданої в нотації Чена на рис. 4.25 відповідна схема в нотації Баркера зображена на рис. 4.32.

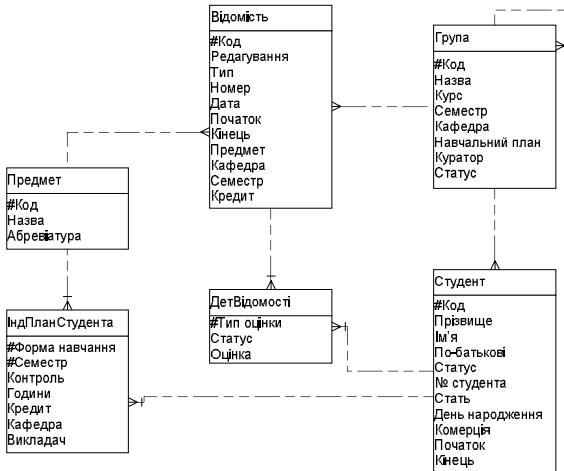


Рис. 4.32. Схема бази даних системи у нотації Баркера

Взаємозв'язок може мати ім'я у вигляді дієслова або дієслівної фрази, що розташовується біля лінії зв'язку. Ім'я кожного взаємозв'язку між двома заданими сутностями повинно бути унікальним, але імена зв'язків у моделі між різними сутностями не зобов'язані бути унікальними. Ім'я взаємозв'язку завжди формується з погляду сутності-батька так, що зміст взаємозв'язку відображається з'єднанням імені сутності-батька, імені взаємозв'язку, виразу ступеня й імені сутності-нащадка.

Приклад 4.4. На рис. 4.32 взаємозв'язок між сутностями *Студент* і *Група* можна позначити фразою “містить”. Тоді зміст цього взаємозв'язку такий: “Група містить багато студентів”.

### 4.5.3. Побудова моделі даних за допомогою ERD

Побудова моделі даних за допомогою ERD передбачає такі елементи:

- 1) виділення сутностей предметної області.
- 2) визначення взаємозв'язків між сутностями.
- 3) визначення атрибутів сутностей.

Елементи ERD повинні мати такі властивості:

- кожна сутність повинна мати унікальне ім'я в межах усієї моделі;
- сутність має один або декілька атрибутів, що або належать сутності, або успадковуються через взаємозв'язок;
- кожен атрибут сутності має унікальне ім'я в межах цієї сутності;
- атрибути з різних сутностей можуть мати однакові імена, але до одного й того самого імені повинна завжди застосовуватися та сама інтерпретація, і одна й та сама інтерпретація не може застосовуватися до різних імен, якщо тільки вони не є псевдонімами;
- сутність має один або декілька атрибутів, що однозначно ідентифікують кожний екземпляр сутності;
- кожна сутність може мати будь-яку кількість взаємозв'язків з іншими сутностями моделі.

На практиці лише формального опису цих об'єктів не достатньо, оскільки можна побудувати синтаксично правильну ERD, яка з погляду логіки і доцільності буде не коректною. Тому у разі побудови ERD, звичайно, притримуються таких правил:

- Не повинно існувати відокремлених сутностей, тобто будь-яка сутність на ERD повинна з'єднуватися хоча б з одною іншою сутністю, а ERD загалом має становити зв'язний граф.
- Кожна сутність повинна мати первинний ключ, який формується відповідними атрибутами та взаємозв'язками.
- У разі визначення первинного ключа потрібно використовувати мінімальну кількість атрибутів/взаємозв'язків. Бажано, щоб первинний ключ складався з одного атрибута/взаємозв'язку.
- ERD не повинна містити взаємозв'язків “багато-до-багатьох”, оскільки наявність таких взаємозв'язків означає недостатню специфікацію моделі даних.
- Взаємозв'язки “один-до-одного” та “один-до-багатьох” не можуть бути обов'язковими з боку батьківської (головної) сутності, а з боку сутності-нащадка (підпорядкованої сутності) можуть бути як обов'язковими, так і не обов'язковими.
- Взаємозв'язки “багато-до-багатьох” завжди необхідно позначати як необов'язкові з боку двох сутностей.

Для дотримання цих правил побудови ERD розбивають на такі основні етапи:

- 1) Ідентифікація сутностей, їхніх атрибутів, а також первинних і альтернативних ключів.
- 2) Ідентифікація та визначення типів взаємозв'язків між сутностями.
- 3) Розв'язання невластивих взаємозв'язків (взаємозв'язки “багато-до-багатьох”).

Етап 1 є визначальним під час побудови моделі. Вхідною інформацією для нього слугує вміст сховищ даних, що визначається потоками даних, які входять/виходять в/з нього на DFD.

Етап 2 слугує для виявлення і визначення взаємозв'язків між сутностями, а також для ідентифікації типів взаємозв'язків. На цьому етапі деякі взаємозв'язки можуть мати тип “багато-до-багатьох” (такі взаємозв'язки потребують подальшої деталізації на етапі 3). Визначення взаємозв'язків передбачає виявлення зв'язків, які повинні перевірятися у двох напрямках. Для цього вибирається екземпляр однієї сутності і визначається, скільки різноманітних екземплярів іншої сутності можуть бути з ним зв'язані, і навпаки.

Етап 3 призначений для розв'язання невластивих (“багато-до-багатьох”) взаємозв'язків. Для цього кожен невластивий взаємозв'язок перетворюється на два взаємозв'язки типу “один-до-багатьох” зі введенням нової (а саме, асоціативної) сутності. Отже асоціативні сутності за своєю природою є поданням пар реальних об'єктів і з'являються на етапі 3.

#### 4.5.4. Розширення діаграм “сутність-взаємозв'язок”

Побудова діаграм “сутність-взаємозв'язок” часто пов'язана з відображенням сутностей, які мають подібні набори атрибутів. Якщо серед подібних сутностей (підтипів) можна виділити узагальнювальне поняття (супертип), то зручно скористатися механізмом наслідування, який на DFD в нотації Баркера зображається за допомогою вкладених сутностей (рис. 4.33).

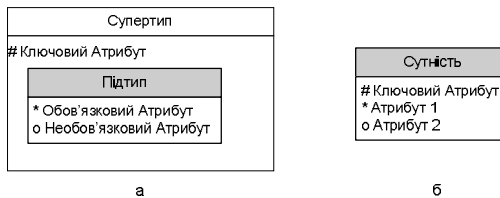


Рис. 4.33. Зображення на ERD в нотації Баркера (а) підтипу і супертипу та (б) еквівалентної сутності

Якщо кожен екземпляр сутності може брати участь лише в одному взаємозв'язку з групи взаємозв'язків, то такі взаємозв'язки позначаються як такі, що виключають один одного (рис. 4.34).

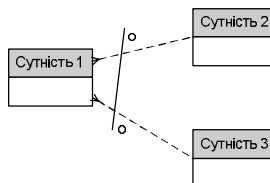


Рис. 4.34. Позначення на ERD в нотації Баркера взаємозв'язків, які виключають один одного

Наведені розширення діаграм “сутність-взаємозв’язок” стосувалися лише аспектів поєднання одних даних з іншими. У [17] запропоновано розширювати ER-діаграми для відображення семантичних особливостей даних, пов’язаних з часом. Відповідне розширення називається UTDERD (Unified Time-Depended Entity Relationship Diagram) – уніфіковані часово-залежні діаграми “сутність-взаємозв’язок”. За основу взято ERD у нотації Баркера, які доповнено елементами UML (Unified Modeling Language – мова моделювання загального призначення) для опису моделі даних:

1. Зображення секції класу за допомогою горизонтальних штрихових ліній для розмежування груп нерівноправних атрибутів з тією відмінністю, що секції класу в UML розмежовують суцільною лінією.
2. Зв’язок залежності для відображення часових залежностей між подіями.
3. Зв’язок реалізації для побудови сутностей-шаблонів.

На UTDER-діаграмах зображаються два типи сутностей, які визначаються наявністю чи відсутністю часових атрибутів. Сутності без часових атрибутів зображаються так, як на ERD в нотації Баркера, а сутності з часовими атрибутами (ЧЗД-сутності – сутності часово-залежних даних) – з використанням секцій трьох груп атрибутів:

- ідентифікаторів об’єктів;
- атрибутів подій (залежних від часу атрибутів);
- часових атрибутів.

Область атрибутів для ЧЗД-сутностей розділимо на три секції, які слугують відповідно для описання ідентифікаторів об’єктів, залежних від часу атрибутів та часових атрибутів (див. рис. 4.35).

Якщо відсутні часові атрибути, то сутність необхідно зображати традиційно (див. рис. 4.28). Якщо відсутні ідентифікатори об’єкта чи залежні від часу атрибути, то відповідна частина ЧЗД-сутності залишається порожньою.

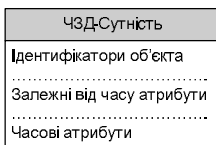
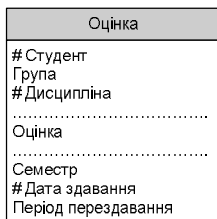


Рис. 4.35. Зображення ЧЗД-сутності на UTDER-діаграмах

Приклад 4.5. Розглянемо дані про оцінки студентів, отримані на іспитах з різних дисциплін. Відповідну сутність зображено на рис. 4.36.



*Рис. 4.36. ЧЗД-сутність Оцінка на UTDER-діаграмі*

Приклад даних, які відповідають сутності *Оцінки*, наведено в табл. 4.1 у вигляді відношення часово-залежних даних (ЧЗД-відношення).

*Таблиця 4.1*

### **ЧЗД-відношення Оцінки**

| Студент                        | Група | Дисципліна      | Оцінка | Семестр | Дата здавання | Період переզдавання         |
|--------------------------------|-------|-----------------|--------|---------|---------------|-----------------------------|
| Петренко<br>Петро<br>Петрович  | КН-11 | Основи ІТ       | 90     | 1       | 10-01-2007    | [22-01-2007,<br>26-01-2007] |
| Петренко<br>Петро<br>Петрович  | КН-11 | Вища математика | 71     | 1       | 15-01-2007    | [29-01-2007,<br>02-02-2007] |
|                                |       |                 | 79     | 2       | 18-06-2007    | [25-06-2007,<br>29-06-2007] |
| Іваненко<br>Іванна<br>Іванівна | КН-11 | Основи ІТ       | 71     | 1       | 10-01-2007    | [22-01-2007,<br>26-01-2007] |
| Іваненко<br>Іванна<br>Іванівна | КН-11 | Вища математика | 80     | 1       | 15-01-2007    | [29-01-2007,<br>02-02-2007] |
|                                |       |                 | 88     | 2       | 18-06-2007    | [25-06-2007,<br>29-06-2007] |
| Павленко                       | КН-12 | Основи ІТ       | 55     | 1       | 11-01-2007    | [22-01-2007,<br>26-01-2007] |
| Павло<br>Павлович              | КН-12 | Вища математика | 35     | 1       | 16-01-2007    | [29-01-2007,<br>02-02-2007] |

У цьому відношенні атрибути (*Студент, Група*) є ідентифікатором об'єктів, (*Дисципліна, Оцінка*) відображають атрибути подій (тобто залежні від часу атрибути), (*Семестр, Дата\_здавання*) – моменти часу реалізації цих подій у різних календарних системах, *Період\_перездавання* – період зв'язку з майбутніми подіями, який показує можливість появи подій повторного здавання іспиту, якщо студент під час першої спроби здавання іспиту отримав незадовільну оцінку.

У ЧЗД-сутностях відображаються первинні ключі трьох типів:

- традиційні ключі (встановлюються для ідентифікаторів об'єктів у ЧЗД-сутностях);
- сильні ключі (встановлюються на часових атрибутах для наскрізної ідентифікації подій);
- локальні ключі (встановлюються одночасно на ідентифікаторах об'єктів та часових атрибутах для ідентифікації подій в межах кожного екземпляра сутності).

Традиційні ключі, які встановлюються для ідентифікаторів об'єктів, позначаються символом '#'. Наявність такого ключа у ЧЗД-сутності означає, що кожному екземпляру сутності може відповідати лише максимум одна подія.

Сильні ключі встановлюються лише на часових атрибутах для наскрізної ідентифікації подій серед усіх екземплярів ЧЗД-сутності. Тому для позначення сильного ключа ЧЗД-сутності використовується символ '#' лише біля часового атрибута.

Локальні ключі встановлюються одночасно на ідентифікаторах об'єктів та часових атрибутах для ідентифікації подій в межах кожного екземпляра сутності. Тому для позначення локального ключа ЧЗД-сутності використовується символ '#' біля відповідного ідентифікатора об'єктів і часового атрибута.

На UTDER-діаграмах зображаються три типи взаємозв'язків, які, відповідно, стосуються ідентифікаторів об'єктів, атрибутів подій та часових атрибутів, а також часові залежності, які відображають причинно-наслідковий зв'язок між окремими подіями в часі.

Взаємозв'язки для ЧЗД-сутностей можуть бути “один-до-одного”, “один-до-багатьох” та “багато-до-багатьох”. Вони можуть бути обов'язковими та необов'язковими. Усі ці види зв'язків зображаються традиційно (див. рис. 4.28). Відмінність зв'язків для ЧЗД-сутностей полягає у належності до однієї з трьох груп атрибутів (рис. 4.37).

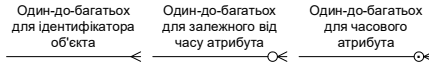


Рис. 4.37. Зображення взаємозв'язків для ЧЗД-сутностей на UTDER-діаграмах

Причиново-наслідкові зв'язки відображають залежність між заданою подією (теперішньою подією) та минулими або майбутніми подіями.

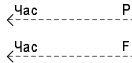


Рис. 4.38. Зображення причиново-наслідкових зв'язків на UTDER-діаграмах

На рис. 4.38 зображено два види причиново-наслідкових зв'язків:

- P (Past) – зв'язок з минулими подіями;
- F (Future) – зв'язок з майбутніми подіями.

З боку сутності, що відображає події теперішнього, вказується тип зв'язку (P або F), а з боку сутності, що відображає події минулого чи майбутнього, вказується часовий атрибут, через який здійснюється зв'язок.

Приклад 4.6. Використовуючи запропоновані розширення ERD вдосконалимо схему бази даних обліку навчальних планів студентів та їхньої успішності (див. приклад 4.3) як показано на рис. 4.39.

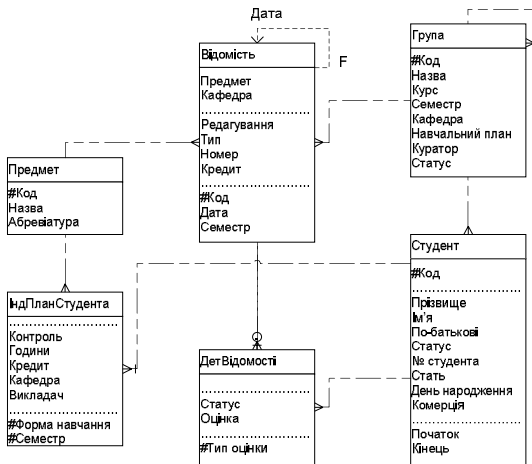


Рис. 4.39. Схема бази даних у розширеній нотації Баркера UTDER

UTDER-діаграма, подана на рис. 4.39 має таку особливість, що на ній зображено сутності з однаковими підмножинами атрибутів. У такому разі доцільно говорити про деякий шаблон, на основі якого будуються конкретні ЧЗД-сутності. Належність до шаблону позначається зв'язком реалізації UML (див. рис. 4.40).

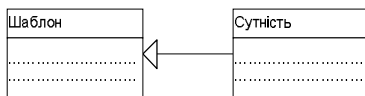


Рис. 4.40. Зображення належності сутності до шаблону на UTDER-діаграмах

Приклад 4.7. На рис. 4.41 подано фрагмент UTDER-діаграм з рис. 4.39, на якому показано побудову сутностей *Предмет* і *Група* на основі спільного шаблону *Бізнес-об'єкт*.

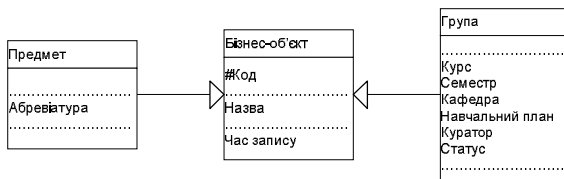


Рис. 4.41. Належність сутностей до шаблону Бізнес-об'єкт

Зауважимо, що тут сутності *Предмет* і *Група* фактично наслідують атрибути *Код*, *Назва*, *Час запису*.

## 4.6. Контрольні запитання

1. Які є принципи методологій структурного підходу до моделювання складних систем?
2. Що таке CASE-технологія?
3. Описати життєвий цикл інформаційної системи.
4. Які є моделі життєвого циклу інформаційної системи?
5. Для чого призначений стандарт IDEF0?
6. Описати синтаксис діаграм IDEF0.
7. Описати семантичні правила блоків і стрілок діаграм IDEF0.
8. Які є види діаграм IDEF0?
9. Якою є структура декомпозиції діаграм IDEF0?
10. Для чого призначений стандарт IDEF1?
11. З яких базових компонент складається модель даних IDEF1?

12. Описати фази розроблення інформаційної моделі IDEF1.
13. У чому полягає ітеративний процес розроблення інформаційної моделі IDEF1?
14. Які є види діаграм IDEF1?
15. Що таке матриця взаємозв'язків для діаграм IDEF1?
16. Які є види класів взаємозв'язків на діаграмах IDEF1?
17. Для чого призначені діаграми потоків даних DFD?
18. Які є основні нотації діаграм потоків даних DFD?
19. Описати основні елементи діаграм потоків даних DFD.
20. Описати побудову моделі системи за допомогою DFD.
21. Які є правила і рекомендації під час побудови діаграм потоків даних DFD?
22. Описати етапи побудови моделі системи за допомогою DFD.
23. Описати розширення діаграм потоків даних DFD.
24. Для чого призначені діаграми "сутність-взаємозв'язок" ERD?
25. Описати основні елементи ER-діаграм у нотації Чена.
26. Описати основні елементи ER-діаграм у нотації Баркера.
27. Які є види взаємозв'язків на діаграмах "сутність-взаємозв'язок" ERD?
28. Пояснити правила і рекомендації побудови моделі даних за допомогою ERD.
29. З яких основних етапів складається побудова ERD?
30. Описати розширення діаграм "сутність-взаємозв'язок" ERD.

## Розділ 5

### ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Пошук “надійних” джерел інформації – це невід’ємна частина здійснення ефективного інформаційного менеджменту. Джерела інформації потрібні як для “правильної” побудови будь-якої інформаційної системи, так і для коректного “постачання” цієї ІС інформацією, що впливає як на працездатність ІС, так і на точність результатів, які вона видає.

В Україні поняття “джерела інформації” регулює Закон України “Про інформацію” [18]. Зокрема, під інформацією цей Закон розуміє документовані або публічно оголошені відомості про події та явища, що відбуваються у суспільстві, державі та навколишньому природному середовищі. Джерелами інформації є передбачені або встановлені Законом України “Про інформацію” носії інформації: документи та інші носії, які є матеріальними об’єктами, що зберігають інформацію, а також повідомлення засобів масової інформації, публічні виступи.

На практиці в поняття “джерела інформації” входять також об’єкти не передбачені Законом. Це можуть бути різноманітні повідомлення, чутки, що не зафіксовані на матеріальних носіях, або повідомлення з використанням не передбачених законом носіїв тощо. Крім того, джерело інформації часто розглядається як єдине ціле з відправником інформації та відповідним каналом зв’язку. Отже, в інформаційному менеджменті джерелом інформації є будь-який об’єкт (система), де нагромаджуються повідомлення, дані, які в подальшому використовують інші об’єкти (системи) – суб’єкти інформаційної діяльності – та впливають на їхню поведінку.

Очевидно, що джерела інформації можуть бути орієнтовані як на масового (публічні джерела), так і на індивідуального споживача (приватні джерела). І механізми управління поширенням масової та

індивідуально орієнтованої інформації є різні, що також впливає на механізми функціонування джерел інформації і певною мірою – на зміст повідомлень, які видають ці джерела інформації.

З погляду суб'єкта інформаційної діяльності джерела інформації можуть бути або зовнішніми, що несуть інформацію ззовні від інших об'єктів, або внутрішніми, які утворюються під час опрацювання (перероблення) інформації і призначені для власного споживання.

Аналіз джерел інформації потрібно здійснювати як з позиції відправника (адресанта), так і отримувача інформації (адресата), оскільки підходи до використання джерел інформації протилежними учасниками інформаційної діяльності можуть помітно відрізнятись між собою.

## 5.1. Джерела та відправники інформації

Актуальну інформацію можна витягувати з найрізноманітніших джерел:

- події різних сфер та сфер життя (політика, економіка, культура, виробництво, побут тощо);
- факти, які витягують з документів (звіти, доповіді, стенограми, оголошення, реклама, газети тощо);
- “нестандартні” джерела фактів з використанням “специфічних” прийомів збирання інформації.

Необхідно також зазначити, що у разі використання різних джерел інформації важливими є ретельність і обачність щодо вибору цих джерел, оскільки найменша фактична неточність початкових даних може істотно спотворити результати аналізу інформації. А це також може спричинити дезінформацію та збитки для суб'єкта інформаційної діяльності.

Усе інформаційне середовище поділяють на три види джерел з погляду відсилання (передавання) інформації її споживачеві:

- документальні;
- людські;
- наочно-речові.

**Документ** – це юридично закріплений папір, що затверджує за його власником право на що-небудь чи підтверджує який-небудь факт. Інформація, яка міститься у документах, має абсолютно різний характер: від законів і рішень найвищих органів влади, від фунда-

ментальних положень відомих наукових праць до характеристик і описів місць, людей, подій тощо. Робота з документами вимагає високого рівня документознавчої та бібліографічної грамотності, широкого уявлення про типи і види документів, які існують в суспільстві. Проте робота з документами обов'язково припускає як їхню перевірку на достовірність, так і визначення достовірності і надійності зазначених у них даних. У разі виникнення сумнівів у достовірності документа, тобто в його справжньому походженні від того автора і за тих обставин, які припускає текст документа, необхідно спеціально проаналізувати його. Під час цього аналізу зосереджується увага на змістовних характеристиках документа, його зовнішньому аспекті, в цілях виявлення ознак достовірності або невідповідності до них. Іноді доволі важко за допомогою подібних прийомів визначити достовірність джерела, тоді на допомогу приходять фахівці – знавці історичних джерел, текстології, криміналістики тощо.

Для перевірки достовірності інформації, що міститься в джерелі, часто вдаються до таких правил перевірки достовірності документів, прийнятих у соціології:

- 1) розрізняти опис подій і їхню інтерпретацію (факти і думки);
- 2) визначати, якими джерелами інформації користувався укладач документа, чи є вона первинною або вторинною;
- 3) виявляти наміри, якими керувався укладач документа;
- 4) враховувати, як могло вплинути на якість документа середовище, в якому його створили.

Не менш корисною є також перевірка джерела шляхом порівняння його з іншими відомостями, а у разі ситуації, коли документ стає базою для серйозних висновків і узагальнень, необхідна консультація фахівця, здатного виступити як експерт в тій або іншій галузі.

Відправники (надавачі) інформації можуть бути різними, але варто відзначити такі з них:

- державні організації;
- виробничі організації;
- громадські організації;
- інформаційні агентства;
- побут;
- Інтернет.

Державні організації виступають основним джерелом нормативно-довідкової інформації (закони, постанови, накази міністерств та відомств, номенклатури, статистичні дані щодо тощо).

Під виробничими документами розуміється сукупність текстів, які забезпечують інформаційне обслуговування виробничого життя трудових колективів, потреби управління в державній і виробничій сферах. Такі документи завжди підлягають реєстрації і переважно призначені для вузького використання.

Документи громадських організацій – це тексти, що забезпечують інформаційне обслуговування діяльності партій, рухів, об'єднань різного роду.

Побутові документи – це сукупність офіційних і особистих матеріалів, яка забезпечує інформаційне обслуговування людей у побуті. Більшість з них не підлягає обліку, до того ж вони, як правило, є особистою власністю людини.

Інформаційні агентства надають фактичний матеріал, оформлений за типом жорсткої новини про події в регіоні, Україні чи у світі.

Особливим джерелом інформації є глобальна комп'ютерна мережа Інтернет. Інтернет – це достатньо дешеве джерело інформації, яке забезпечує швидкий і надійний пошук необхідної інформації незалежно від її фізичного розташування. Однак, на відміну від інформації, яку подають державні організації та інформаційні агентства, Інтернет не завжди надає достовірну інформацію. Тому інформацію, отриману з Інтернету, потрібно ретельно перевіряти щодо її точності.

Залежно від засобів створення документи розрізняються на:

- рукописні, які створює людина з використанням простих знарядь (ручок, олівців тощо);
- механічні і електромеханічні, які створюються за допомогою машин, що пишуть, магнітофонів, диктофонів, фото-, кіно- і відеотехніки тощо;
- електронні, під час створення яких використовуються відповідні засоби автоматизації (комп'ютерна техніка).

Використовуючи прості знаряддя, створюються рукописні письмові документи (текстові документи), образотворчі документи (містять інформацію, виражену за допомогою зображення якого-небудь об'єкта) і графічні документи (образотворчі документи, в яких зображення об'єкта отримане за допомогою ліній, штрихів, світлотіні).

Використовуючи фототехніку, створюють фотодокументи; звукозаписну техніку – фоно- (або звукові) документи, а застосовуючи кіно-або відеотехніку створюють кінодокументи.

За допомогою комп'ютерної техніки створюють т.зв. електронні документи, які безпосередньо не є видимими (доступними), але з ними можна працювати під час використання відповідного програмно-апаратного забезпечення. Важливою особливістю електронних документів є те, що їх достатньо легко можна перетворювати на матеріальні носії (наприклад, роздрук документа на принтері).

У суспільстві документи є основними джерелами управлінської, наукової, технічної, статистичної або іншої соціально значущої інформації. Документи містять первинну інформацію (саме в документах інформація фіксується вперше). Ця властивість дає змогу відрізнити документи від інших джерел інформації – книг, журналів, газет тощо, що містять перероблену, вторинну інформацію.

Фіксація, відображення інформації в документі, забезпечує її збереження і нагромадження, можливість передавання в часі і просторі, її багатократне використання, можливість звертатися до інформації після тривалого часу від його створення.

Можливість зберігати інформацію в часі дає змогу розрізнити документи як носії оперативної інформації і документи як носії ретроспективної інформації.

У соціальному плані будь-який документ одночасно виконує декілька функцій, серед яких виділяються загальні і спеціальні.

До загальних функцій документа належать:

- інформаційна: будь-який документ створюється для збереження інформації, бо необхідність зафіксувати інформацію – причина появи будь-якого документа;
- соціальна: документ є соціально значущим об'єктом, оскільки будь-який документ породжений тією або іншою соціальною потребою;
- комунікативна: документ є засобом зв'язку між окремими елементами суспільної структури, зокрема між установами;
- культурна: документ – засіб закріплення і передавання культурних традицій, що найкраще простежується на великих комплексах документів, наприклад, в науково-технічній документації знаходить віддзеркалення рівень наукового і технічного розвитку суспільства.

До спеціальних функцій документа належать:

- управлінська: документ є інструментом управління; цією функцією наділені так звані управлінські документи (планові документи, звітні, організаційно-розпорядчі тощо), спеціально створювані для реалізації цілей управління;
- правова: документ є засобом закріплення і зміни правових норм і правовідносин в суспільстві; цією функцією наділені законодавчі і правові нормативні акти, що спочатку створюються для фіксації правових норм і правовідносин, а також документи, що набувають правової функції на якийсь час;
- функція історичного джерела: документ виступає як джерело історичних відомостей про розвиток суспільства; цієї функції набуває тільки частина створюваних у суспільстві документів (приблизно 12–14 %) і лише після того, як документи виконають свої оперативні функції і надійдуть на зберігання в архів.

**Людина** є ключовою ланкою в системі інформаційних джерел, яка включена в природні і соціальні процеси багатьма зв'язками, а тому є потужним джерелом інформації. Людина, з одного боку, – це свідок або учасник подій, що відбуваються навколо нас, і тому виступає як носій інформації про ці події. З іншого боку, людина утримує інформацію про себе, а також є транслятором інформації, отриманої від інших людей.

Особливість людського джерела полягає в тому, що людина не завжди може бути відкритою для надання інформації. Тому, враховуючи цю особливість, для отримання інформації від людей вживають спеціальні заходи:

- Інтерв'ю – безпосереднє спілкування з людьми, які мають те або інше відношення до ситуації, що вивчається.

Від звичайного спілкування інтерв'ю відрізняється тим, що це є вид спеціально організованої мовної взаємодії, який напружений на виконання усвідомлених пізнавальних завдань і припускає вироблення стратегії і тактики відповідно до умов взаємодії.

- Масове інтерв'ювання (опитування) – це метод отримання даних про стан суспільної свідомості громадської думки, суспільної практики з того чи іншого приводу за допомогою усного опиту багатьох осіб.

Труднощі проведення масових опитувань полягають у формулюванні таких питань, які б дозволяли отримати від опитуваних не відмовки, а відповіді по суті.

- Анкетування – це метод отримання тих самих даних, як у разі масового інтерв'ювання, але заочним (письмовим) опитуванням за допомогою закритих або відкритих запитальників.

Закриті запитальники припускають вибір відповідей на них з пропонуваного в анкеті, а відкриті дають можливість вільного формулювання відповіді на питання.

Останніми роками часто застосовують телефонні опитування. Такі опитування переважно проводять для дослідження аудиторії на невеликій території – в місті, районі тощо.

Опитування і анкетування мають доволі широкі застосування і свободу, оскільки в принципі можна отримати відповідь на будь-яке запитання (звичайно, якщо запитання правильно сформульоване). Проте це достатньо суб'єктивне джерело інформації, оскільки у кожної людини існують індивідуальні особливості сприйняття, вибірковості уваги і пам'яті.

Під **наочно-речовим** середовищем розуміється обстановка, яка нас оточує. Предмети і речі можуть розповісти про події іноді не менше ніж людина. Головним питанням під час роботи з наочно-речовими джерелами інформації – це їхній пошук за допомогою спостережень і експериментів.

Систематичне спостереження – це спостереження, орієнтоване на отримання даних про розвиток тієї або іншої сфери реальності, про поведінку тієї або іншої особи за допомогою багатократних безпосередніх і опосередкованих контактів протягом достатньо тривалого періоду часу.

Правильно побудоване спостереження дає можливість вивчити явище загалом, а не окремі його аспекти. Залежно від позиції спостерігача розрізняють відкрите і приховане спостереження. У разі відкритого спостереження суб'єкт спостереження не приховує своєї присутності, мети і змісту роботи. У разі прихованого до певного часу суб'єкт спостереження не повідомляє про справжню мету своєї роботи.

Експеримент вимагає значно більше ресурсних, матеріальних, організаційних та інших затрат, ніж спостереження. Експеримент – це

метод отримання відомостей про об'єкт через виявлення реакції на експериментальний чинник, яким виступає одна або декілька його змінних характеристик.

## 5.2. Джерела та носії інформації

Передавання інформації неможливе без відповідного носія.

Визначення 5.1. Носій інформації – це матеріальний об'єкт, що використовується для закріплення і зберігання на ньому мовної, звукової або образотворчої інформації, зокрема в перетвореному вигляді.

Носій завжди є результатом технічних досягнень відповідної епохи. У давнину як матеріальний носій для створення документів використовували різні матеріали. Наприклад, у Месопотамії з глини робили таблички, наносили гострою паличкою знаки і потім обпалювали, що давало можливість зафіксувати написане і зберігати протягом тривалого часу; у Єгипті матеріалом для записування інформації слугував папірус; у країнах Малої Азії, Європи і зокрема Русі для нанесення інформації використовувався пергамент – особливим способом оброблена шкіра тварин.

Залежно від виду носія джерела інформації поділяють на:

- матеріальні;
- віртуальні;
- вербальні.

Переважно під **матеріальними джерелами інформації** розуміють паперові документи (ділові папери), однак до них варто зарахувати будь-які матеріальні носії, на яких може зберігатися необхідна інформація. Відповідно побутує використання поняття “документ” у двох значеннях: вузькому (документ – це юридично закріплений папір) і широкому (документ – це матеріальний носій інформації). Для уникнення таких неточностей використовуватимемо поняття “документ” у вузькому значенні, яке передбачає наявність у документі інформації певної структури для передавання її в часі і в просторі. У широкому значенні говоритимемо про матеріальні носії, загалом, які мають зафіксовану інформацію.

Формування документів пов'язане з таким процесом, як “діловодство” – це галузь діяльності, що забезпечує документування і організацію роботи з офіційними документами. Під документуванням розуміється запис (фіксація) інформації на різних носіях (переважно на папері) за встановленими правилами. Результатом документування є документ, зафіксований на матеріальному носіїві, що містить інформацію з реквізитами для його ідентифікації.

Зберігати інформацію на матеріальних носіях можна природною мовою або штучними мовами. Використовуючи лише природну мову, створюють текстові документи. З використанням штучних мов створюють переважно електронні документи різних типів (текстові, графічні, звукові тощо), які зберігаються віртуально.

Під **віртуальним джерелом інформації** розуміється такий інструмент збереження, який надає доступ до інформації лише з використанням спеціальних комп'ютерних систем (зокрема мультимедійних середовищ, різноманітних сенсорів тощо).

До носіїв, які можуть виступати віртуальними джерелами інформації, належать магнітні (стрічки, диски), оптичні (CD- або DVD-диски), електронні (флеш-пам'ять).

До **вербальних джерел інформації** належать усі види усного спілкування з можливістю використання інших форм спілкування (наприклад, письмового): бесіди, інтерв'ю, опитування, анкетування тощо. Також до вербальних джерел належать заходи, спрямовані на інформування широкого загалу:

- Брифінги – короткі наради, на яких ознайомлюються з позицією владних структур з того або іншого питання;
- Презентації – урочисті зустрічі представників яких-небудь державних, суспільних або приватних структур з громадськістю для ознайомлення з новим підприємством, новою продукцією, новими результатами діяльності;
- Конференції – зустрічі з державними або суспільними діячами, представниками науки, культури, на яких відбувається інформування щодо актуальних подій та досягнень з можливістю отримання відповідей на запитання;
- Спеціальні інформаційні бюлетені та повідомлення про поточні події тієї або іншої сфери діяльності, створювані інформаційними агентствами та службами.

### 5.3. Джерела та споживачі інформації

З погляду споживача інформації важливими є не тільки відправники та носії інформації, але й придатність цієї інформації для подальшого опрацювання за допомогою автоматизованих засобів. Тобто, якщо споживачем інформації є певна інформаційна система, то для неї важливий не тільки зміст інформаційного повідомлення, але і його логічна структура. Відповідно до класифікації за логічною організацією даних виокремлюють такі основні види ІС:

1. Фактографічні.
2. Об'єктні.
3. Документальні.

Ці види ІС відрізняються між собою за логічною одиницею даних, якою оперують користувачі системи:

- у фактографічних ІС – це деякий факт чи подія;
- в об'єктних ІС – інформаційний об'єкт;
- в документальних ІС – інформаційний документ.

З іншого боку, логічна організація безпосередньо залежить від засобу, який використовується для збереження даних. На рис. 5.1 показано, що в основі фактографічних ІС переважно лежать реляційні бази даних, в основі об'єктних ІС – об'єктно-орієнтовані бази даних, в основі документальних ІС – сховища документів.

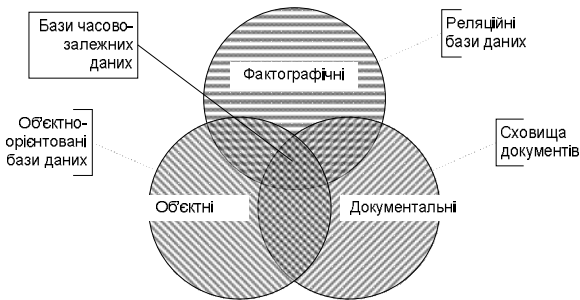


Рис. 5.1. Використання баз та сховищ даних залежно від логічної організації даних

Аналіз багатьох предметних областей показує, що якщо в основі інформаційної системи лежить база даних, то дуже часто складно

зарахувати цю ІС до одного виду за логічною організацією даних, оскільки її одночасно можна вважати системою двох чи трьох видів. Тому в реальних системах доцільно говорити не про спеціальний засіб збереження даних, а про в певному сенсі “універсальні” дані – часово-залежні дані (ЧЗД) – це такі дані, збереження і інтерпретація яких пов’язані з часом. Тоді відповідні засоби збереження цих даних становитимуть бази часово-залежних даних (БЧЗД).

Приклад 5.1. Якщо автоматизувати діяльність деканату науково-навчального інституту (факультету), то відповідна ІС за логічною організацією даних належатиме до усіх трьох видів, оскільки вона повинна містити дані про:

- первинні факти існування студентів, груп, спеціальностей, навчальних дисциплін, викладачів тощо;
- події вступу, відрахування та поновлення студентів, події складання та перескладання іспитів та заліків; події визначення рейтингів та встановлення стипендій тощо;
- такі об’єкти, як студент, група, викладач, дисципліна, спеціальність тощо;
- такі документи як відомість (різних форм), наказ (різних типів), навчальний план тощо.

Наявність трьох видів логічної організації даних вимагає виокремлення тих одиниць даних, які є первинними. Наприклад, документальні ІС (або системи документообігу) в основному розглядаються як ІС, призначені для генерації та групового опрацювання довільних документів. Така ситуація пов’язана з тим, що опис будь-якого документообігу найчастіше здійснюється “від документів”. Цей підхід через історичні обставини є найпоширенішим. Однак найважливішим етапом будь-якого документообігу є збір первинних даних, які генеруються документами, або які формують документи. Якщо ці первинні дані структуруються, то їх доцільно зберігати у вигляді бази даних, а не у вигляді деякої бази документів. У такому разі документ вже не є основним інформаційним елементом системи, а лише логічним об’єднанням структурованих даних. Аналогічно в об’єктних ІС поняття об’єкта є доволі складним, який завжди можна розділити на сукупність первинних даних, які формують властивості об’єкта.

Факти та події – це такі форми логічної організації даних, які з погляду конкретної ПО доцільно вважати неподільними. Тому первин-

ними даними про документи та об'єкти можуть бути лише факти та події. Оскільки для збереження фактографічних даних переважно використовують реляційні бази даних, то їх доцільно застосувати і для побудови БЧЗД.

### *5.3.1. Фактографічна інформаційна модель предметної області*

Фактографічна модель ПО відповідно до фактографічної логічної організації даних розглядає ПО як набір фактів та подій.

Факти відображають набір характеристик ПО, які не змінюються подіями.

Визначення 5.2. **Атомарним фактом** називається встановлення значення однієї характеристики предметної області.

Визначення 5.3. **Елементарним фактом** називається сукупність атомарних фактів, що стосуються одного об'єкта ПО.

Визначення 5.4. **Факт** – це сукупність кількох елементарних фактів, тобто встановлення значень декількох характеристик ПО різних об'єктів.

Приклад 5.2. Фактами вважатимемо типи оцінок (модуль, семестр, предмет), населені пункти (Львів, Київ, Донецьк, Дніпропетровськ тощо) чи підстави формування наказів (заява, неуспішність тощо) з визначеними для них значеннями сталих характеристик.

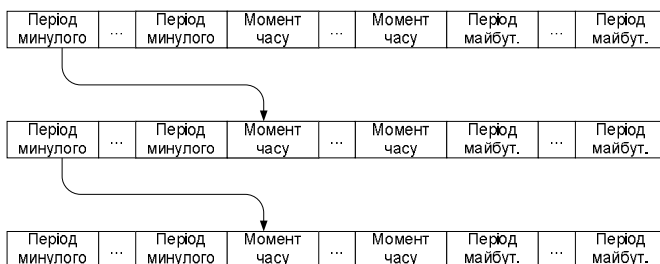
Факти вважаються актуальними на будь-який момент часу. А тому вони не відображають залежності даних від часу.

Приклад 5.3. Припустимо, що студент складав іспит з дисципліни “Основи інформаційних технологій”, і отримав оцінку 45 (“незадовільно”). Для цієї оцінки проставлено відповідний тип оцінки “предмет”. Якщо ввести зміни в базі даних редагуванням типу оцінки з “предмет” на “модуль1” без “прив'язки” до часу, то отримуємо, що студент отримав оцінку 45 за перший модуль. Більше того, якщо на перший модуль відводилося 50 балів, то цей студент залежно від результатів другого модуля зможе претендувати навіть на оцінку “відмінно” (не менше ніж 88), що абсолютно не відповідає його справжнім результатам навчання. Така колізія є абсолютно неприпустимою,

оскільки інформація в БД виявиться недостовірною, тобто вона не відображатиме реальності.

Наведений приклад показує, що через оперування лише фактами можуть виникати серйозні колізії та неприпустиме спотворення реальності. Для уникнення таких небажаних явищ необхідно використовувати події, а не факти.

Події відображають дані про зміну характеристик ПО внаслідок здійснення у часі певних дій. Надалі вважатимемо, що подія трапляється миттєво у конкретний момент часу, який може описуватися декількома часовими вимірами. Крім того, з подією також пов'язуються періоди (активації) минулого і майбутнього, які відображають зв'язок заданої події з тими подіями, що стали її причиною в минулому, і з тими подіями, які стануть її наслідками у майбутньому. Усю цю складну структуру, з якою пов'язуються події, називають метатеперішнім або метамоментом [1]. З метамоментної структури часу випливає, що будь-яка подія у теперішньому пов'язана з моментом часу, а в минулому і майбутньому вона пов'язана з періодами часу (див. рис. 5.2). Період минулого вказує на той проміжок часу, у якому існували деякі події, що спричиняли теперішню подію. Період майбутнього вказує на проміжок часу, у якому, можливо, існуватимуть події, що спричиняться заданою подією.



*Рис. 5.2. Причиново-наслідкові зв'язки між подіями через їхні метамоменти часу*

**Приклад 5.4.** Нехай студент за результатами вивчення дисципліни “Основи інформаційних технологій” отримав оцінку 88 (“відмінно”). Очевидно, що ця оцінка – це результат сумлінного навчання студента протягом семестру (але вже у минулому), що відображається у результатах поточних та модульних контролів. З іншого боку, ця оцінка у певний спосіб може вплинути на семестровий чи загальний рейтинг

студента, які будуть обчислюватися (вже у майбутньому) відповідно за результатами поточної сесії чи усіх попередніх семестрів навчання. Тут “можливість” впливу на майбутній рейтинг полягає у тому, що неможливо наперед на сто відсотків гарантувати вплив отриманої оцінки на цей рейтинг. Це залежить від “майбутнього” правила визначення рейтингу.

Визначення 5.5. **Атомарною подією** називається подія, що описується значенням одного атрибута у метамомент її реалізації.

Визначення 5.6. Сукупність атомарних подій, що стосуються одного об’єкта ПО, називатимемо **елементарною подією**.

Визначення 5.7. **Подією** називається сукупність елементарних подій, які відбуваються в один метамомент часу.

Визначення 5.8. **Еволюція предметної області (її розвиток у часі)** – це послідовність станів (значень характеристик) предметної області.

Предметна область переходить з попереднього стану в наступний через реалізацію деякої події чи елементарної події. Аналогічно поява елементарних подій формує еволюцію об’єкта предметної області.

Приклад 5.5. Елементарними подіями є переведення студента у нову групу, встановлення оцінки за результатами вивчення дисципліни, визначення семестрових і середніх рейтингів студента тощо.

Подія може змінювати значення характеристик декількох об’єктів ПО.

Приклад 5.6. Якщо події з прикладу 5.5 відбуватимуться в один момент часу, то вони в сукупності становитимуть подію предметної області.

Атомарні події вважаються однотипними, якщо вони описуються значеннями однакового атрибута. Тоді будь-які елементарні події є однотипні, якщо вони утворені сукупностями однотипних атомарних подій. За аналогією однотипні події утворюються сукупностями однотипних елементарних подій, які відбуваються в один метамомент часу.

З визначення понять факту та події випливає **інформаційна фактографічна модель ПО**, за якою ПО розглядається як множина зв’язаних фактів та подій:

$DataDomain^T_{fact}=(Facts, Ref_{Facts}, Events, Ref_{Events,Facts}, Ref_{Events}),$  (5.1)  
де  $Facts$  – множина фактів,  $Ref_{Facts}$  – множина зв'язків (залежностей) між фактами,  $Events$  – множина подій,  $Ref_{Events,Facts}$  – множина зв'язків від подій до фактів,  $Ref_{Events}$  – множина зв'язків між подіями.

Зазначимо, що якщо у (5.1) останні три множини порожні, тобто

$$DataDomain=(Facts, Ref_{Facts}), \quad (5.2)$$

то отримуємо нечасову фактографічну модель ПО, яку використовують для побудови нечасових баз даних (баз даних знімків).

Зауважимо, що відповідно до (5.1) факти можуть залежати лише від інших фактів, а події – як від фактів, так і від інших подій. Тобто від подій можуть залежати лише інші події, а не факти. Така властивість відображає узагальненість інформаційної фактографічної моделі (5.1) відносно нечасової (5.2).

### 5.3.2. Об'єктна інформаційна модель предметної області

Термін “об’єкт” з’явився незалежно у різних комп’ютерних галузях на початку 70-х років для позначення певного поняття, що може мати різні вияви, залишаючись цілісним. На об’єктно-орієнтований підхід до побудови програмних систем вплинули не тільки досягнення у розвитку мов програмування, але й досягнення у розвитку теорії баз даних.

Об’єктно-орієнтований підхід ґрунтується на трьох принципах [4]:

- 1) базовими елементами системи є об’єкти;
- 2) кожен об’єкт є екземпляром деякого визначеного класу об’єктів;
- 3) класи об’єктів організовані ієрархічно.

Кожен об’єкт проходить певний життєвий цикл унаслідок появи подій ПО, що стосуються цього об’єкта. Життєвий цикл об’єкта характеризується такими етапами:

1. Народження – поява об’єкта, що описується початковою елементарною подією.
2. Еволюція – багатоітераційний процес зміни характеристик об’єкта, що послідовно описується набором елементарних подій.

3. Архівування – це фіксація моменту припинення еволюціонування об'єкта. В архіві об'єкт перебуває стільки часу, скільки це необхідно для заданої ПО. Архівування описується атомарною подією.

Зауважимо, що в елементарну подію народження об'єкта також може входити атомарна подія переведення цього об'єкта на етап еволюціонування. Тобто перехід від одного етапу життєвого циклу об'єкта до іншого описується однотипними атомарними подіями. Крім того, народження об'єкта супроводжується присвоєнням йому ідентифікатора, що дає змогу відрізнити його від уже наявних об'єктів, які описуються однотипними елементарними подіями народження. Цей ідентифікатор назвемо **ідентифікатором народження об'єкта**. Тоді будь-яка подія, яка визначає еволюцію деякого об'єкта, як елемент ідентифікатора об'єкта повинна містити ідентифікатор народження заданого об'єкта. Також, якщо з об'єктом пов'язують характеристики, які є інваріантними щодо еволюції об'єкта (тобто не змінюються з часом, або їхня зміна не є істотною для заданої ПО), то такі характеристики описуються фактами специфікації об'єкта. Переважно факти специфікації об'єкта встановлюються під час народження об'єкта.

З описаного життєвого циклу об'єкта випливає така **інформаційна модель об'єкта**:

$$Object^T = (Event_{Object}, Facts_{Object}, Events_{Evolution}, Events_{Stage}, Ref_{Object, Facts}, Ref_{Object, Evolution}, Ref_{Object, Stage}, Ref_{Evolution}, Ref_{Stage}, Ref_{Evolution, Stage}) \quad (5.3)$$

де  $Event_{Object}$  – подія народження об'єкта,  $Facts_{Object}$  – множина фактів специфікації об'єкта,  $Events_{Evolution}$  – множина еволюції об'єкта,  $Events_{Stage}$  – множина подій переходу на етапи життєвого циклу об'єкта,  $Ref_{Object, Evolution}$  – множина зв'язків між подіями еволюції та подією народження об'єкта,  $Ref_{Object, Stage}$  – множина зв'язків між подіями переходу на етапи життєвого циклу та подією народження об'єкта,  $Ref_{Evolution}$  – множина зв'язків між подіями еволюції,  $Ref_{Stage}$  – множина зв'язків між подіями переходу на етапи життєвого циклу,  $Ref_{Evolution, Stage}$  – множина зв'язків між подіями еволюції та переходу на етапи життєвого циклу об'єкта.

Якщо об'єкти мають однаковий набір характеристик, які змінюються у результаті появи однотипних подій у (5.3), то вони утворюють клас об'єктів. Кожному класу об'єктів  $O_i$  відповідає множина атрибутів  $\{A_{i1}, \dots, A_{in}\}$ , де кожен атрибут  $A_{ij}$  асоціюється з певним доменом значень

$\text{dom}(A_{ij})$ . Події, що змінюють характеристики об'єктів класу  $O_i$ , визначаються атрибутами з множини  $\{A_{i1}, \dots, A_{im}\}$ .

**Приклад 5.7.** Класами об'єктів є студенти, групи, викладачі, кафедри, інститути тощо. Об'єкти – це конкретні студенти, кожен з яких пережив власні події щодо навчання та успішності, групи, викладачі, кафедри та інститути, які мали відношення до цих студентів під час їхнього навчання впродовж декількох семестрів.

Значення характеристик об'єкта змінюються з плином часу внаслідок реалізації елементарних подій. Природно, виникає потреба визначити значення однієї чи декількох характеристик об'єкта на заданий момент часу, тобто знайти стан цього об'єкта.

Поняття стану широко використовується у теорії формальних систем. **Стан** деякої складної системи на заданий момент часу визначається набором внутрішніх характеристик [38]. Якщо розглядати кожен об'єкт предметної області як складну систему, то його внутрішній стан на момент часу  $t_0$  однозначно визначається відповідним набором подій, що трапилися в предметній області в моменти часу  $t \leq t_0$ . Якщо кількість подій, які трапилися в ПО, становить десятки тисяч чи мільйони (а для великих баз даних кількість записів може бути значно більшою), то оперування станами об'єктів як сукупностями відповідних подій є громіздким, а іноді втрачає зміст.

**Приклад 5.8.** Нехай протягом восьми семестрів студент успішно навчався, і за результатами навчання у кожному семестрі для нього визначено рейтинг як показано в таблиці:

*Таблиця 5.1*

**Часовий ряд “Семестрові рейтинги студента”**

| Семестр             | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Семестровий рейтинг | 75,4 | 88,1 | 80,2 | 90,2 | 86,9 | 92,6 | 90,4 | 92,7 |

Якщо семестрові рейтинги студента в табл. 5.1 з прикладу 5.8 розділити на дві складові – поточну та підсумкову, то інформація про рейтинги відобразатиметься вдвічі більшою кількістю записів (див. табл. 5.2).

## Двоскладові семестрові рейтинги студента

| Семестр     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Поточний    | 20   | 28   | 20   | 30   | 26   | 30   | 30   | 30   |
| Підсумковий | 55,4 | 60,1 | 60,2 | 60,2 | 60,9 | 62,6 | 60,4 | 62,7 |

Однак станом на кінець 8-го семестру середні рейтинги не зміняться, якщо їх обчислювати як середнє значення від суми поточних і підсумкових рейтингів: за період навчання у семестрах 7–8 результат дорівнює 91,6, а за період навчання у семестрах 1–8 – 87,1. Тобто, з погляду проведеного аналізу не важливо, якою кількістю подій реалізується поведінка ПО.

З іншого боку, стан – це обмежене за обсягом поняття, і в нього входять тільки основні загальні і специфічні параметри об'єкта – сутнісні характеристики. За допомогою стану відображають не тільки статику об'єктів, але через значення змінних характеристик – зміну і розвиток цих об'єктів та суміжних явищ. Якщо в статистиці стан дає інтегральне описання головних сутнісних параметрів об'єктів у заданий момент часу, то у межах тривалого існування об'єкта і його частин ці параметри виражають зміни, еволюцію та аналогічні характеристики. Це можна відобразити як послідовний ланцюг станів у вигляді:

$$S_1, S_2, \dots, S_i, \dots$$

Через поняття стану визначаються базові принципи і поняття теорії інформації. Наприклад, інформація пов'язана з усуненням невизначеності у стані системи, і вона визначається за У. Ешбі різноманітністю можливих станів системи [41].

**Означення 5.9.** Інформаційним станом атрибута  $A_{ij}(o_i)$  об'єкта

$o_i$  на метамомент часу  $X_T^+$  називається значення відповідної характеристики об'єкта  $o_i$ . Для інформаційного стану введемо таке позначення:

$$\text{State}(o_i; A_{ij}(o_i) | x_T^+).$$

Фактично інформаційний стан – це один елемент часового ряду значень відповідної характеристики об'єкта  $o_i$ . Тобто послідовне

визначення інформаційного стану у різні метамоменти часу дає змогу сформувати часовий ряд.

На відміну від стану, який одночасно дає відомості про значення атрибута в декількох подіях, інформаційний стан атрибута – це одне значення відповідної характеристики. З іншого боку, стан на заданий метамомент часу однозначно визначається вмістом бази даних, тоді як інформаційний стан може визначатися по-різному.

Приклад 5.9. Табл. 5.2 прикладу 5.8 однозначно відображає стан атрибута *Семестровий рейтинг* на кінець 8-го семестру навчання студента. Семестрові рейтинги студента за 7-8 і 1-8 семестри навчання – це інформаційні стани атрибута *Семестровий рейтинг*, визначені за різними правилами.

Означення 5.10. **Інформаційним станом об'єкта**  $o_i$  на метамомент часу  $x_T^+$  називається набір інформаційних станів кожного з атрибутів:

$$\left(\text{State}(o_i; A_{ij}(o_i) | x_T^+)\right)_{j=1}^n. \quad (5.4)$$

З останнього визначення випливає, що інформаційний стан – це відображення з часовим аргументом.

Якщо поєднати визначення інформаційної фактографічної моделі ПО та моделі об'єкта ПО, то з (5.1) та (5.3) випливає інформаційна об'єктна модель ПО:

$$\text{DataDomain}_{obj}^T = (\text{Facts}, \text{Ref}_{\text{Facts}}, \text{Events}, \text{Ref}_{\text{Events, Facts}}, \text{Ref}_{\text{Events}}, \text{Ref}_{\text{Facts, Objects}}, \text{Ref}_{\text{Events, Objects}}), \quad (5.5)$$

де  $\text{Ref}_{\text{Facts, Objects}}$  та  $\text{Ref}_{\text{Events, Objects}}$  – множини зв'язків, які відображають належність фактів та подій до об'єктів ПО.

На концептуальній схемі інформаційний об'єкт описується відповідно такими сутностями (див. рис. 5.3):

- об'єктна частина *ОБ ЕлемОб'єкт* – відображає подію народження об'єкта;
- фактографічна частина *ТО ЕлемОб'єкт* – відображає незмінні (інваріантні в часі) характеристик об'єкта;
- історична частина *ІО ЕлемОб'єкт* – відображає події переходу на етапи життєвого циклу об'єкта та події еволюції об'єкта (тобто змінні в часі характеристики об'єкта).

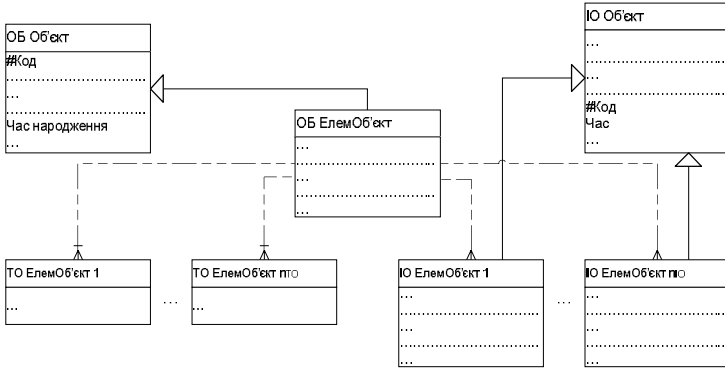


Рис. 5.3. Зображення шаблону концептуальної схеми інформаційного об'єкта

На рис. 5.3 використано розширення нотації Баркера для ER-діаграм – UTDER, у якій застосовано наслідування атрибутів сутності від шаблону. Зокрема, об'єктна частина *OB ЕлемОб'єкт* наслідує шаблон *OB Об'єкт*. Сутності історичної частини наслідують атрибути *Код* і *Час* від шаблону *IO Об'єкт*.

**Приклад 5.10.** На рис. 5.4 подано інформаційний об'єкт Студент, який відображає список студентів, що навчаються у ВНЗ.

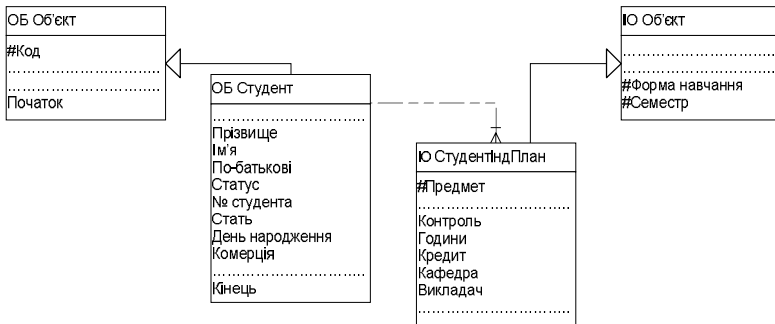


Рис. 5.4. Схема елементарного інформаційного об'єкта Студент

### *5.3.3. Документальна інформаційна модель предметної області*

Документи – це основні інформаційні ресурси будь-якої організації, які забезпечують інформаційну підтримку прийняття рішень на усіх рівнях фіксацією та перенесенням інформації від одного місця опрацювання до іншого. Документообіг – це неперервний процес руху документів, що об’єктивно відображає діяльність організації. Відповідно інформаційні системи документообігу – це такі ІС, які забезпечують створення документів, управління доступом до них, а також їхнє розповсюдження та аналіз [2, 31, 35, 37, 39].

Оскільки документообіг – це процес, то він, очевидно, описується подіями, кожна з яких відображає певний етап опрацювання документів. Отже, документ – це множина подій, які відображають життєвий цикл цього документа. Життєвий цикл будь-якого документа характеризується такими етапами:

- 1) народження – створення документа, що описується початковою елементарною подією;
- 2) становлення – багатоітераційний процес наповнення документа змістом, що послідовно описується набором елементарних подій;
- 3) публікація – це момент, після якого наповнення документа вже не проводиться. Публікація часто супроводжується видруком паперового варіанта документа, який за змістом точно відповідатиме електронному варіанту. Після публікації документ можна активно опрацьовувати (аналізувати) протягом певного інтервалу часу (деколи цей інтервал є необмежений згори). Публікація описується атомарною подією;
- 4) архівування – це фіксація моменту припинення активного опрацювання документа після його публікації. В архіві документ перебуває стільки часу, скільки це необхідно для заданої ПО. Архівування, як і публікація, описується атомарною подією.

Зауважимо, що в елементарну подію народження документа також може входити атомарна подія переведення цього документа на етап становлення. Тобто перехід від одного етапу життєвого циклу документа до іншого описується однотипними атомарними подіями. Також зазначимо, що становлення не обов’язково відбувається в один етап. Перехід від одного етапу становлення до іншого також описується однотипними атомарними подіями.

Надалі вважатимемо, що серед багатьох однотипних документів (які описуються однотипними подіями) в один момент теперішнього часу може народитися лише один документ. Таке обмеження пов'язано з тим, що формування документів часто супроводжується їхньою реєстрацією у спеціальних реєстрах документів, відповідно до яких кожному документу присвоюється унікальний ідентифікатор. Переважно унікальні ідентифікатори утворюються на основі деякого моменту (чи інтервалу) часу та деякого порядкового номера, який відображає послідовність занесення документів до реєстру в заданий момент (чи інтервал) часу. Отже, однотипні документи відрізняються між собою моментом теперішнього часу події їхнього народження. Цей момент теперішнього часу присутній в метамоментах усіх подій становлення та переходу на етапи життєвого циклу документа.

З описаного життєвого циклу документа впливає така **інформаційна модель документа:**

$$Document^T = (Event_{Document}, Events_{Formation}, Events_{Stage}, Ref_{Document, Formation}, Ref_{Document, Stage}, Ref_{Formation}, Ref_{Stage}, Ref_{Formation, Stage}) \quad (5.6)$$

де  $Event_{Document}$  – подія народження документа,  $Events_{Formation}$  – множина подій становлення документа,  $Events_{Stage}$  – множина подій переходу на етапи життєвого циклу документа (зокрема переходу на різні етапи його становлення),  $Ref_{Document, Formation}$  – множина зв'язків між подіями становлення та подією народження документа,  $Ref_{Document, Stage}$  – множина зв'язків між подіями переходу на етапи життєвого циклу та подією народження документа,  $Ref_{Formation}$  – множина зв'язків між подіями становлення,  $Ref_{Stage}$  – множина зв'язків між подіями переходу на етапи життєвого циклу,  $Ref_{Formation, Stage}$  – множина зв'язків між подіями становлення та переходу на етапи життєвого циклу документа.

Значимо, що у (5.6) подія  $Event_{Document}$  завжди повинна бути визначеною, а множини зв'язків  $Ref_{Document, Formation}$ ,  $Ref_{Document, Stage}$  є не порожні, якщо відповідно не порожніми є множини подій  $Events_{Formation}$ ,  $Events_{Stage}$ .

Аналогічно до визначення інформаційної об'єктної моделі ПО поєднаємо визначення інформаційної фактографічної моделі ПО та моделі документа ПО. Тоді з (5.1) та (5.6) впливає інформаційна документальна модель ПО:

$$DataDomain^T_{doc} = (Facts, Ref_{Facts}, Events, Ref_{Events, Facts}, Ref_{Events}, Ref_{Events, Documents}), \quad (5.7)$$

де  $Ref_{Events, Documents}$  – множини зв'язків, які відображають належність подій до документів ПО.

На концептуальній схемі інформаційний документ описується відповідно такими сутностями (див. рис. 5.5):

- основна документальна частина *ДК ЕлемДокумент* – відображає подію народження документа;
- додаткова документальна частина *ДТ ЕлемДокумент* – відображає події становлення документа та події переходу на етапи життєвого циклу документа (зокрема переходу на різні етапи його становлення).

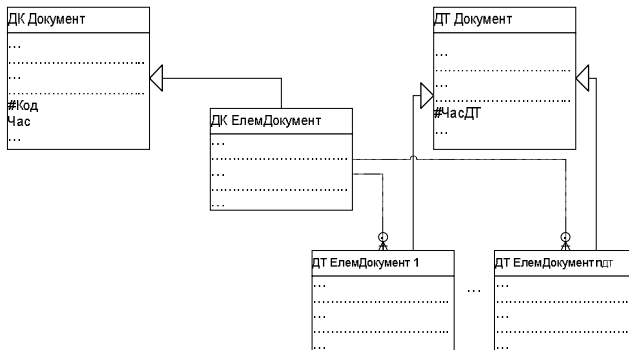


Рис. 5.5. Зображення шаблону концептуальної схеми елементарного інформаційного документа РБЧЗД

На рис. 5.5 використано розширення нотації Баркера для ER-діаграм – UTDER, у якій застосовано наслідування атрибутів сутності від шаблону. Зокрема, основна документальна частина *ДК ЕлемДокумент* наслідує шаблон *ДК Документ*, а додаткові частини – шаблон *ДТ Документ*.

**Приклад 5.11.** Інформаційним документом є список документів-відомостей, що відображають результати студентського вивчення дисциплін, схема якого зображена на рис. 5.6.

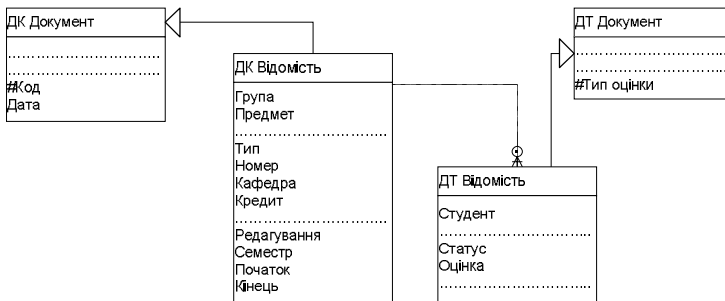


Рис. 5.6. Схема інформаційного документа Відомість

### 5.3.4. Узагальнена інформаційна модель предметної області

**Означення 5.11. Узагальнена інформаційна модель ПО** – це тристороннє подання взаємопов’язаних фактів та подій у вигляді фактографічної, об’єктної та документальної моделей.

Формально узагальнена інформаційна модель ПО впливає з (5.1), (5.5), (5.7) і записується так:

$$DataDomain^T = (Facts, Ref_{Facts}, Events, Ref_{Events, Facts}, Ref_{Events}, Ref_{Facts, Objects}, Ref_{Events, Objects}, Ref_{Events, Documents}), \quad (5.8)$$

Узагальнена інформаційна модель ПО, яку описують за допомогою (5.8), забезпечує функціональні властивості БЧЗД – придатність до використання, зрозумілість та замінність (див. розділ 5) реалізацією метамоментної часової реляційної моделі даних (див. розділ 3) в архітектурі БЧЗД.

## 5.4. Контрольні запитання

1. Які є види джерел інформації з погляду її відправлення (передавання) споживачеві?
2. Дати визначення поняття документа, описати властивості документів.
3. Охарактеризувати основних відправників (надавачів) інформації.
4. Які є засоби створення документів?

5. Які функції виконують документи?
6. Які особливості людини як джерела інформації?
7. Які особливості наочно-речових джерел інформації?
8. Що таке носій інформації?
9. Які є види джерел інформації з погляду носія інформації?
10. Які особливості матеріальних джерел інформації?
11. Які особливості віртуальних джерел інформації?
12. Які особливості вербальних джерел інформації?
13. Які є види логічної організації даних?
14. Що таке метамоментна структура часу?
15. Описати інформаційну фактографічну модель предметної області.
16. Яка відмінність між поняттями стану та інформаційного стану?
17. Описати об'єктну інформаційну модель предметної області.
18. Описати документальну інформаційну модель предметної області.
19. Описати узагальнену інформаційну модель предметної області.

## Розділ 6

### ОСНОВНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ

Завданням інформаційного менеджменту є створення інформаційної системи на період існування відповідної організації (тобто на достатньо тривалий термін) у вигляді, що допускає розвиток, вдосконалення, трансформацію всіх підсистем і компонент без втрати здатності функціонувати. Інакше за радикальних змін у функціонуванні організація може повністю позбутися інформаційної бази. Якщо з певних причин виникає неможливість використовувати наявні бази даних, програми, формати і структури, технічні і технологічні правила в ІС, то це може спричинити негативні наслідки для життєздатності організації. Враховуючи високу вартість комплексної ІС, її зупинка (виведення з ладу, втрата) зумовлює серйозні збитки або зупинення основної виробничої (операційної) діяльності.

Кожна ІС, не зважаючи на складність чи масштабність, є придатною до управління і планування її життєвого циклу. Для цього розроблено достатньо багато стандартів корпоративного планування, які охоплюють різні види операційної діяльності. Першим такий стандарт з'явився зі зростанням популярності обчислювальних систем початку 60-х років XX століття і отримав назву MRP-планування потреби в матеріалах. Зміна принципів та вимог до керування бізнесом наприкінці 70-х років минулого століття привела до трансформації систем MRP в системи ефективного планування всіх ресурсів виробничого підприємства, здатних адаптуватися до змін зовнішньої ситуації, які отримали назву MRP II-планування ресурсів виробничого підприємства. Кінець XX століття характеризується глобалізацією економічних відносин, яка

зумовила істотне ускладнення організаційної структури багатьох компаній і холдингів. Це також спричинило збільшення управлінських витрат і витрат на підтримку складних логістичних структур. Тому для оптимізації розв'язання задач управління організаціями у середині 90-х років минулого століття був введений термін ERP-системи. ERP-методологія дотепер належно не систематизована і є надбудовою над MRPII, націленою на оптимізацію роботи з відокремленими об'єктами керування. Сьогодні під терміном “ERP-система” як правило розуміється MRPII-система, що має розширені можливості роботи з мережею філій і залежних компаній, розташованих по всьому світу.

Однією з останніх тенденцій у бізнесі-плануванні стала посилена увага до якості обслуговування кінцевих споживачів продукції. Інтеграція покупця з ключовими бізнес-процесами організації змінює її стратегію і реалізацію цієї стратегії, вимагає нову модель керування діяльністю: планування ресурсів, синхронізовану з покупцем. Так зародилася концепція CSRP – синхронізоване з клієнтом планування ресурсів.

Очевидно, що найсучасніші моделі управління підприємством – це не кінцевий етап їхньої еволюції. Вони й надалі будуть удосконалюватися з розвитком як інформаційних та комп'ютерних технологій, так і з появою нових економічних відносин у глобальній економіці.

## 6.1. Поняття планування

Планування – це одна з найважливіших функцій управління організацією, до яких також входять організація основної діяльності (виробництва), мотивація і контроль.

Планування дозволяє зробити припущення про майбутні цілі організації і необхідні дії членів організації для досягнення цих цілей. Планування об'єднує такі процеси: прогнозування, моделювання і програмування.

Визначення 6.1. Стратегічне планування – це довгострокове планування, яке виконують у термін від одного до п'ятьох років.

Стратегічне планування здійснюють на основі макроекономічних показників як тенденції розвитку економіки, зміна технологій, стан

ринку і конкуренції. Стратегічне планування звичайно поширюється на кожен рік п'ятирічки і містить планові показники (цілі) вищого рівня.

Визначення 6.2. Бізнес-план – це план на рік, який складають щорічно.

Бізнес-план можна неодноразово переглядати впродовж року. Як правило, він є результатом наради управлінського складу, на якому зводяться плани продажів, інвестицій, розвитку основних засобів, потреби в капіталі і бюджетування. Цю інформацію подають в грошовому вираженні. Бізнес-план визначає планові показники за обсягами продажів і виробництва, а також інші плани нижчого рівня.

Якщо бізнес-план надає підсумкові дані про обсяги продажів щомісячно (у грошовому вираженні), то план обсягів продажів і виробництва розбиває цю інформацію на 10–15 асортиментних груп. У результаті одержують план виробництва, який щомісяця переглядають, беручи до уваги план попереднього місяця, реальні результати і дані бізнес-плану.

План обсягів продажів і виробництва звичайно об'єднує такі елементи:

- обсяг продажів;
- виробництво;
- запаси;
- незакінчений обсяг виробництва;
- відвантаження.

З цих елементів перший і останній (обсяг продажів і відвантаження) – це “зовнішні” прогнози, які прямому контролю не піддаються. План обсягів виробництва – це внутрішній показник, який піддається прямому контролю. Плани обсягів запасів і незакінчених обсягів виробництва контролюються опосередковано маніпулюванням даними про прогнози обсягу продажів, прогнози обсягу відвантаження і/або про плани обсягів виробництва.

Обсяги запасів і незакінченості управляються по-різному залежно від типів продукції, що випускає або продає компанія. Плановий обсяг запасів – це важливий показник, особливо для тих компаній, які виробляють продукцію для збереження на складах. Плановий обсяг незакінченого виробництва є важливим чинником для тих компаній, які роблять продукцію на замовлення.

Найважливішим в плануванні обсягу продажів і виробництва є план виробництва. Хоча він і називається планом виробництва, це не просто план випуску продукції. Він потребує наявності необхідного обсягу ресурсів по всій компанії загалом.

План виробництва буде нереальним, якщо не буде забезпечено наявності необхідного обсягу ресурсів.

Визначення 6.3. Планування ресурсів – це довгострокове планування, що дає змогу оцінити необхідний (для виконання плану виробництва) і наявний обсяг ключових ресурсів, таких, як люди, устаткування, будинки і спорудження.

Якщо виникне потреба в наявності необхідного обсягу додаткових ресурсів, то це може привести до перегляду бізнес-плану.

Планування ресурсів стосується тільки ключових ресурсів і складається на термін дії плану виробництва (звичайно один рік). Ресурс можна вважати ключовим, якщо його вартість достатньо велика, або якщо термін його постачання достатньо великий, або якщо від нього залежать інші ресурси. Ресурси можуть бути як зовнішніми (можливості постачальників), так і внутрішніми (устаткування, складські площі, гроші).

Визначення 6.4. Головний план-графік виробництва (ГПГВ) – це план виробництва, покладений на часову вісь, який показує: що будуть виробляти, коли й у яких обсягах.

Залежно від типу й обсягу продукції, що випускають, ГПГВ можна розбити на різні терміни, зокрема на тиждень, день і навіть зміну.

Одна з основних цілей ГПГВ – це забезпечення буфера: ГПГВ відрізняє прогнози і потреби відділу збуту від MRP (планування потреб у матеріалах). Філософія така: прогнози і замовлення на продаж (замовлення клієнтів) виражають попит (або відвантаження), у той час як ГПГВ відображає те, що реально буде зроблено відповідно до наявного попиту. Відповідно до ГПГВ можливо виробництво продукції в період, коли попит на неї невисокий, і навпаки. Це може спостерігатися під час виробництва продукції, попит на який має сезонний характер.

Визначення 6.5. Незалежний попит – це попит на готову продукцію і запчастини, який можна спрогнозувати.

Незалежний попит відрізняється від залежного попиту, який можна розрахувати, враховуючи дані специфікації виробу. Джерела незалежного попиту: виробничий план, прогнозований обсяг відвантаження, замовлення клієнтів (під час виробництва або складання під замовлення), попит на запчастини, попит між підрозділами і страховий запас.

Основна проблема в упорядкуванні ГППВ – це визначення тих виробів/комплектуючих, планування по яких потрібно виконувати або у відділі планування, або автоматично системою MRP. Вироби, плановані у відділі планування, – це ті вироби, планувати які необхідно під контролем людей. Вироби, плановані системою MRP, тобто автоматично, не потребують такого ступеня контролю (вони залежать від ГППВ). Визначення способу ведення планування для окремого виду виробів залежить від типів виробів і технологічних процесів. Звичайно, невелика кількість виробів повинні контролювати у відділі планування.

Як і планування ресурсів, загальне планування потужностей є довгостроковим і ведеться за ключовими ресурсами. Цей процес використовує дані ГППВ, а не дані виробничого плану. Так, якщо ГППВ виражений в кількісних і часових характеристиках, то загальне планування потужностей використовують для створення деталізованішого плану, який може бути корисним під час оцінювання середніх потреб компанії загалом, а також для оцінки ГППВ.

## **6.2. Модель планування потреб у матеріалах MRP**

На початку 60-х років минулого століття, у зв'язку зі зростанням популярності обчислювальних систем, виникла ідея використання їхньої можливості для планування діяльності підприємства, зокрема для планування виробничих процесів. Необхідність планування зумовлена тим, що основна маса затримок під час виробництва зв'язана з запізнюванням надходження окремих комплектуючих, у результаті чого, як правило, паралельно зі зменшенням ефективності виробництва, на складах виникає надлишок матеріалів, що надійшли вчасно або раніше визначеного часу. Крім того, унаслідок порушення балансу постачань

комплектуючих, виникають додаткові ускладнення з обліком і відстеженням їхнього стану під час виробництва, тобто фактично неможливо було визначити, наприклад, до якої партії належить цей складовий елемент у вже зібраному готовому продукті. З метою запобігання подібних проблем, розробили методологію планування потреб в матеріалах MRP (Material Requirements Planning), яка в подальшому привела до створення індустрії програмного забезпечення для управління підприємством.

Виконання завдання планування потреб у матеріалах реалізується за допомогою алгоритму, який також називається MRP-алгоритмом.

Визначення 6.6. MRP-алгоритм – це алгоритм оптимального управління замовленнями на готову продукцію, виробництвом і запасами сировини і матеріалів.

Визначення 6.7. MRP-методологія – це реалізація MRP-алгоритму за допомогою комп'ютерної системи.

Реалізація системи, що працює за цією методологією, є комп'ютерною програмою, що дає змогу оптимально регулювати постачання комплектуючих у виробничий процес, контролюючи запаси на складі і самій технології виробництва. Головним завданням MRP є забезпечення гарантії наявності необхідної кількості потрібних матеріалів/ комплектуючих у будь-який момент часу в межах терміну планування, поряд з можливим зменшенням постійних запасів, а отже, розвантаженням складу. Це означає, що закупівля матеріалів і комплектуючих протягом цілого терміну планування розподіляється на планові періоди (наприклад, дні), причому обсяг і час закупівель розраховують так, щоб у кожен плановий період на підприємство надходило саме стільки матеріалів і комплектуючих, скільки потрібно виробництву в цьому плановому періоді.

У MRP системи входять безпосередньо функціональність MRP, функціональність опису і планування завантаження виробничих потужностей CRP (Capacity Requirements Planning) і мають на меті створення оптимальних умов для реалізації виробничого плану випуску продукції. З погляду архітектури MRP-системи повинні містити функціональний блок і внутрішню базу даних, а також підтримувати одночасну роботу багатьох користувачів.

### 6.2.1. Структура MRP-систем

Перш ніж описувати саму структуру MRP-систем, розглянемо зміст її основних понять.

Визначення 6.8. **Матеріалами** називатимемо усю сировину й окремі комплектуючі, кінцевий продукт складу.

Надалі ми не розрізнятимемо поняття “матеріал” і “комплектуючі”.

Визначення 6.9. **MRP-система** – інформаційна система, функціонування якої регламентується MRP-методологією.

Як інформаційна система вона опрацьовує вхідні дані (вхідні елементи) і формує на їхній основі дані-результати.

Визначення 6.10. **Статус матеріалу** є основним показником поточного стану матеріалу, який зазначає наявність цього матеріалу на складі, чи зарезервованій він для інших цілей, чи є присутнім в поточних замовленнях, чи замовлення на нього тільки планують.

Отже, статус матеріалу однозначно описує ступінь готовності кожного матеріалу бути використаним у виробничому процесі.

Визначення 6.11. **Страховий запас** матеріалу необхідний для підтримки виробництва у разі виникнення непередбачених і непереборних затримок у його постачаннях.

В ідеальному випадку, якщо механізм постачань буде бездоганним, то MRP-методологія не вимагає обов'язкової наявності страхового запасу, і його обсяги встановлюють різними для кожного конкретного випадку залежно від сформованої ситуації з надходженням матеріалів.

Визначення 6.12. **Потреба в матеріалі** в комп'ютерній MRP-системі – це визначена кількісна величина, що відображає необхідність у замовленні цього матеріалу, яка виникла в певний момент часу протягом періоду планування.

Розрізняють поняття **повної потреби в матеріалі**, що відображає ту кількість, яку потрібно використати у виробництві, і **чистої потреби**, під час обчислення якої враховується наявність усіх страхових і

зарезервованих запасів конкретного матеріалу. Замовлення в системі автоматично створюється у разі виникнення відмінної від нуля чистої потреби.

Чиста потреба в матеріалі визначається як повна потреба, від якої віднято кількість інвентаризованого на руках матеріалу, страховий запас та резерв для інших замовлень.

На практиці MRP-система – це комп'ютерна інформаційна система, яку логічно можна подати за допомогою діаграми, зображеної на рис. 6.1:



Рис. 6.1. Функціональна структура MRP-системи

Вхідні елементи і результати роботи MRP-системи на наведеній вище діаграмі відображають основні структурні елементи MRP-системи. Отже, опишемо основні вхідні елементи MRP-системи:

- **Опис стану** матеріалів (Inventory Status File) є основним вхідним елементом MRP-системи. У ньому повинна бути відтворена максимально повна інформація про усі матеріали/комплектуючі, необхідні для виробництва остаточного продукту. У цьому елементі повинен зазначитися статус кожного матеріалу, що визначає, чи наявний він на руках, на складі, у поточних замовленнях чи його замовлення тільки заплановане, а також опису його запасів, розташування, ціни, можливих затримок постачань, реквізитів постачальників. Дані з усіх перерахованих вище позицій повинні бути доступними окремо з кожного матеріалу, що бере участь у виробничому процесі. Ці дані

беруть з Нормативних даних про виробничий процес, а також з інформації зі Складів, і зберігаються у відповідному масиві Стану матеріалів.

- **Програма виробництва** (Master Production Schedule) – це оптимізований графік розподілу часу для виробництва необхідної партії готової продукції за планований період чи діапазон періодів. Спочатку створюється пробна програма виробництва, згодом тестується на виконаність додатково прогоном через CRP-систему, що визначає достатність виробничих потужностей для її здійснення. Якщо виробнича програма визнана здійсненою, то вона автоматично формується в основну і стає вхідним елементом MRP-системи. Це необхідно тому, що межі вимог щодо виробничих ресурсів є прозорими для MRP-системи, яка формує на основі виробничої програми графік виникнення потреб у матеріалах. Однак, у разі недоступності деяких матеріалів чи неможливості виконати план замовлень, необхідний для підтримки реалізованої з погляду CRP виробничої програми, MRP-система також вказує про необхідність зробити в ній корективи.
- **Перелік складових** остаточного продукту (Bills of Material File) – це список матеріалів і їхня кількість, необхідна для виробництва кінцевого продукту. Отже, кожен кінцевий продукт має свій перелік складових. Крім того, тут міститься опис структури остаточного продукту, тобто він містить повну інформацію з технології його збирання. Надзвичайно важливо підтримувати точність усіх записів у цьому елементі і відповідно коригувати їх усякий раз під час внесення змін у структуру і/чи технологію виробництва остаточного продукту.

Нині MRP-системи реалізовані на найрізноманітніших апаратних платформах і входять як модулі в більшість фінансово-економічних систем. Розглядатимемо технічний аспект реалізації MRP-систем і опишемо логічні кроки роботи MRP-програми. Цикл її роботи складається з таких основних етапів:

- 1) на підставі прийнятої програми виробництва визначається кількісний склад остаточних виробів для кожного періоду планування;
- 2) до складу остаточних виробів додають запасні комплектуючі, які не входять у програму виробництва, але присутні в поточних замовленнях;

- 3) для програми виробництва і запасних комплектуючих визначається загальна потреба в матеріальних ресурсах відповідно до переліку складових остаточного продукту з розподілом за періодами планування;
- 4) потреба матеріалів коригується з урахуванням стану запасів для кожного періоду планування, і для кожного матеріалу обчислюють чисту потребу. Якщо чиста потреба в матеріалі більша за нуль, то система автоматично створює замовлення на матеріал;
- 5) формуються замовлення на поповнення запасів з урахуванням можливого передчасного постачання чи затримки постачання від постачальників.

Отже, у результаті роботи MRP-програми виробляються зміни у наявних замовленнях і, за потреби, створюються нові, для забезпечення оптимальної динаміки перебігу виробничого процесу. Ці зміни автоматично модифікують Опис стану матеріалів, тому що створення чи скасування модифікації замовлення впливає на статус відповідного матеріалу. У результаті роботи MRP-програми створюється план замовлень на кожен окремий матеріал на весь термін планування, забезпечення виконання якого необхідно для підтримки програми виробництва. Основними результатами MRP-системи є:

- **План замовлень** (Planned Order Schedule) визначає кількість кожного матеріалу, яку необхідно замовити в кожен період часу протягом терміну планування. План замовлень необхідний для подальшої роботи з постачальниками і, зокрема, визначає виробничу програму для внутрішнього виробництва комплектуючих (якщо таке існує).
- **Зміни до плану замовлень** (Changes in planned orders) є модифікаціями до раніше спланованих замовлень. Деякі замовлення можна скасувати, змінити чи затримати, а також перенести на інший період.

Також MRP-система формує деякі другорядні результати у вигляді звітів, метою яких є звернути увагу на “вузькі місця” протягом планованого періоду, тобто ті проміжки часу, коли потрібно здійснити додатковий контроль за поточними замовленнями, а також для того, щоб вчасно сповістити про можливі системні помилки, які виникають під час роботи програми. Отже, MRP-система формує такі додаткові результати-звіти:

- **Звіт про “вузькі місця”** планування (Exception report) призначений для того, щоб завчасно проінформувати користувача про проміжки

часу протягом терміну планування, що вимагають особливої уваги, і в які може виникнути необхідність зовнішнього управлінського втручання. Типовими прикладами ситуацій, що повинні бути відтворені в цьому звіті, можуть бути замовлення на комплектуючі, які непередбачено запізнені, надлишки комплектуючих на складах тощо.

- **Виконавчий звіт** (Performance Report) є основним індикатором правильності роботи MRP-системи і має на меті сповіщати користувача про критичні ситуації, які виникли під час планування, як, наприклад, повне витрачання страхових запасів за окремими комплектуючими, а також про усі системні помилки, які виникають під час роботи MRP-програми.
- **Звіт про прогнози** (Planning Report) – це інформація, що використовується для складання прогнозів про можливу майбутню зміну обсягів і характеристик продукції, що випускається, отримана в результаті аналізу поточного ходу виробничого процесу і звітів з продажів. Звіт про прогнози можна також використовувати для довгострокового планування потреб у матеріалах.

Отже, використання MRP-системи для планування виробничих потреб дає змогу оптимізувати час надходження кожного матеріалу, тим самим значно знижуючи складські витрати і полегшуючи ведення виробничого обліку. Однак, серед користувачів MRP-програм існує розбіжність у думках щодо використання страхового запасу для кожного матеріалу. Прихильники використання страхового запасу стверджують, що він необхідний через те, що найчастіше механізм доставки вантажів не є доволі надійним, і якщо через різні фактори виникає повне спустошення запасів на який-небудь матеріал, то це автоматично спричиняє зупинення виробництва і обходиться набагато дорожче, ніж постійно підтримувати його страховий запас. Противники використання страхового запасу стверджують, що його відсутність є однією з центральних особливостей концепції MRP, оскільки MRP-система повинна бути гнучкою стосовно зовнішніх факторів, вчасно вносячи зміни до плану замовлень у разі непередбачених і непереборних затримок постачань. Але в реальній ситуації, як правило, другий погляд можна реалізувати для планування потреб виробництва виробів, попит на які порівняно прогнозований і контрольований, а

обсяг виробництва може бути у виробничій програмі сталим протягом певного достатньо тривалого періоду часу.

### *6.2.2. Переваги та недоліки MRP-систем*

Планування містить функції автоматичного створення проектів замовлень на закупівлю і/або внутрішнє виробництво необхідних матеріалів/комплектуючих. Інакше кажучи, MRP-система оптимізує час постачання комплектуючих, тим самим зменшуючи витрати на виробництво і підвищуючи його ефективність. Основними перевагами використання подібної системи у виробництві є:

- Гарантія наявності необхідних комплектуючих і зменшення тимчасових затримок у їхньому постачанні, і, отже, збільшення випуску готових виробів без збільшення кількості робочих місць і навантажень на виробниче устаткування.
- Зменшення виробничого браку під час виготовлення готової продукції, що виникає через використання неправильних комплектуючих.
- Впорядкування виробництва через контроль статусу кожного матеріалу, що дає змогу однозначно відстежувати весь його конвеєрний шлях, починаючи від створення замовлення на цей матеріал, до його положення у вже зібраному готовому виробі. Завдяки цьому також досягається висока ефективність виробничого обліку.

Усі ці переваги фактично випливають із самої філософії MRP, що ґрунтується на тому принципі, що всі матеріали/комплектуючі, складові частини і блоки готового виробу повинні надходити у виробництво одночасно, у запланований час, щоб забезпечити створення остаточного продукту без додаткових затримок. MRP-система прискорює постачання тих матеріалів, які у цей момент потрібні насамперед, і затримує передчасні надходження так, що всі комплектуючі, які утворюють повний список складових остаточного продукту, надходять у виробництво одночасно. Це необхідно для того, щоб уникнути ситуації, коли затримується постачання одного з матеріалів, і виробництво змушені призупинити навіть за наявності всіх інших комплектуючих остаточного продукту. Основна мета MRP-системи формувати, контролювати і, за необхідності, змінювати час необхідного надходження замовлень так, щоб усі матеріали, потрібні для виробництва, надходили одночасно.

Навіть поверхневий огляд концепції MRP виявляє її “вузькі” місця (недоліки).

- Відсутність контролю виконання плану закупівель і механізму коректування цього плану у разі виникнення ситуацій, що заважають його нормальному виконанню. Навіть найдосконаліший графік закупівель матеріалів не може гарантувати, що, наприклад, працівники чого-небудь у ньому не наплутають, або що в потрібний момент на рахунку в підприємства будуть гроші для оплати поставань. Тому згенеровані MRP-системою замовлення можуть виявитися нереалізованими, що вимагає коректування сформованого нею плану. Але ні фіксація збоїв у виконанні плану поставань, ні відповідне коригування планових завдань у MRP-систему не закладені. Запускати MRP-цикл заново щоразу під час виявлення порушень неефективно, тому що це займає багато часу і вимагає великих ресурсів.
- Обмежений облік виробничих факторів. Одне лише детальне планування матеріальних потреб не може забезпечити ефективне виконання виробничого плану. Необхідно ще оцінити, чи вистачить для цього виробничих потужностей, трудових і фінансових ресурсів. Крім того, для керування собівартістю продукції (одна з цілей розроблення MRP-методології) тільки матеріального обліку мало: потрібно проаналізувати й інші чинники виробничого процесу.

### **6.3. Напрями подальшого розвитку методології MRP**

Недоліки концепції MRP визначили напрями її подальшого розвитку. Створені нові концепції планування, які так чи інакше використовують ідеологію MRP:

- Closed Loop MRP – планування потреб у матеріалах у замкнутому циклі;
- CRP (Capacity Requirements Planning) – планування потреб у виробничих потужностях.

### **6.3.1. Планування потреб у матеріалах замкнутого циклу Closed Loop MRP**

Подешевшання комп'ютерів, доступність систем реального часу і досвід роботи з MRP дали можливість 70-х років створити розширену модифікацію MRP-систем – системи планування матеріальних потреб у замкнутому циклі (Closed Loop MRP). Термін “у замкнутому циклі” відображає основну особливість нових систем – здійснення зворотного зв'язку за станом виконання сформованих планів.

Крім базової функції планування потреби в матеріалах, Closed Loop MRP-системи містять додаткову функцію – контроль фактичного стану виробництва і виконання замовлень на закупівлю матеріалів і комплектуючих. Якщо система знайшла значні порушення планових показників, вона ініціює внесення коректив у раніше прийняті плани. Модифікацію старих планів виконують в режимі “MRP-цикл з урахуванням чистих змін”. Його відмінність від звичайного MRP-циклу полягає в тому, що обробляються тільки ті зміни, що з'явилися з часу останнього запуску MRP. Це дозволяє швидко привести графік закупівель у відповідність з реальною ситуацією.

### **6.3.2. Планування потреб у виробничих потужностях CRP**

Концепція CRP (Capacity Requirements Planning) виникла в результаті поширення принципів MRP на ширшу групу завдань ніж керування матеріалами. Основне завдання методології CRP – перевірити виконання основного плану-графіка замовлень з погляду завантаження устаткування і, якщо цей план-графік виконується, то оптимізувати завантаження виробничих потужностей.

Систему планування виробничих потужностей за методологією CRP застосовують для перевірки пробної програми виробництва, створеної відповідно до прогнозів попиту на продукцію, на можливість її здійснення наявними виробничими потужностями. Під час роботи CRP-системи розробляють план розподілу виробничих потужностей для кожного конкретного циклу виробництва протягом планованого періоду. Встановлюється також технологічний план послідовності виробни-

чих процедур і, відповідно до пробної програми виробництва, визначається ступінь завантаження кожної виробничої одиниці на термін планування. Якщо після циклу роботи CRP-модуля програма виробництва визнається як реально здійсненна, то вона автоматично підтверджується і стає основною для MRP-системи. У протилежному разі в неї вносять зміни і піддають повторному тестуванню за допомогою CRP-модуля.

CRP-модулі використовують таку вхідну інформацію:

1. Складений MRP-модулем графік замовлень на закупівлю/ виробництво матеріалів і комплектуючих (Planned Order Schedule).
2. Дані про виробничі потужності – документ, що максимально докладно розкриває інформацію про кожен робочий центр, а також таку інформацію:
  - загальну інформацію – ідентифікуючий код, назву, опис структури робочого центру, його потужність тощо;
  - склад виробничого устаткування – список машин і механізмів цього робочого центру з вказівкою ідентифікуючих кодів, що обслуговує персонал і нормативні потужності;
  - виробничі операції, що виконуються з прив'язкою до устаткування, і необхідний для них робочий час.
3. Технологічна схема виготовлення остаточного виробу (Routing Plan) – документ, що описує всі операції, необхідні для виготовлення остаточного виробу, з вказанням для кожної виробничої операції:
  - змісту операції;
  - робочого центру, на якому вона повинна виконуватися;
  - устаткування цього робочого центру, що використовується для виконання операції;
  - необхідного персоналу;
  - часу операції в людино-годинах, а також допоміжний час (наприклад, на переналагодження устаткування).

Плановий механізм CRP принципово схожий на плановий механізм MRP. На основі аналізу вхідної інформації CRP-модуль визначає необхідні для виконання виробничого плану-графіка потужності, порівнює їх з наявними на підприємстві і, залежно від результату, формує на виході такі результати:

1. Перевищення/недостача виробничих потужностей. У цьому разі плановикам варто змінити виробничу програму і повторити процес спочатку.
2. Якщо потужностей вистачає, складають такі документи:
  - *План завантаження виробничих потужностей* – документ, який для кожної одиниці виробничих потужностей показує ступінь її завантаження в кожен плановий період.
  - *План завантаження робочого персоналу* – документ, який визначає величину зайнятості кожного виробничого робітника в кожен плановий період.
  - *План-графік виробничих робіт* – документ, що визначає послідовність і характеристику операцій, які здійснюються на кожній виробничій одиниці в кожен плановий період. За цим документом надалі будують всю роботу підприємства з виробництва остаточного виробу.

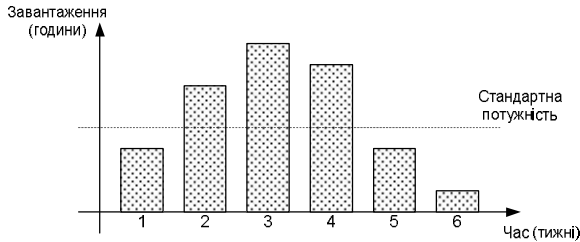
Варто зазначити, що, незважаючи на близькість планових механізмів, технічна реалізація CRP набагато складніша, ніж реалізація MRP. У CRP потрібно врахувати більшу кількість параметрів: у MRP кожному рівню збирання остаточного виробу ставляться у відповідність однорідні характеристики – матеріали і комплектуючі, тоді як у CRP кожному рівню виготовлення остаточного виробу ставляться у відповідність неоднорідні характеристики – операції (відрізняються, крім змісту, робочими центрами, машинами, трудовими ресурсами, необхідними для їхнього здійснення). До того ж остаточний результат роботи CRP містить, крім оцінки необхідних потужностей, розподіл робіт за часом.

CRP-модуль передбачає розрахунок таких величин:

- Завантажувальний профіль або план (Load profile) – порівняння потреб з плановою (доступною) виробничою потужністю;
- Потужність (Capacity) – виробнича потужність, а також завантаження й ефективність.
- Завантаженість (Utilization) – відсоток використання доступної потужності.
- Ефективність (Efficiency) – можливе завантаження порівняно з паспортними показниками обладнання.
- Завантаження (Load) – стандартне завантаження за стандартний робочий час.

- Відсоток завантаження (Load percent) – відношення завантаження до потужності.

**Приклад 6.1.** Розглянемо приклад “адаптації” завантажувального профілю до реальних виробничих потужностей. На рис. 6.2 видно, що існує перевантаження в періодах 2–5. Така ситуація вимагає дій щодо ліквідації перевантажень.

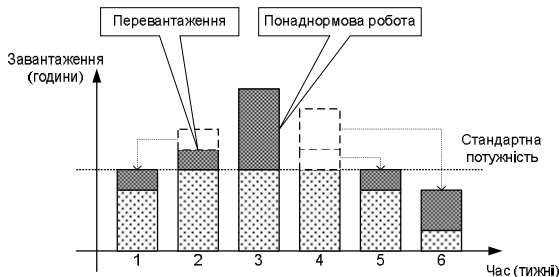


*Рис. 6.2. Початковий профіль завантаження*

Стандартно застосовують такі варіанти ліквідації перевантажень:

- розподілити навантаження на інші періоди, коли завантаження не досягає нормального рівня;
- збільшити доступну потужність, наприклад, оголосити понаднормові роботи;
- передати роботи на субконтракт.

На рис. 6.3 подані стандартні підходи, що дають змогу домогтися рівномірного завантаження виробничих потужностей у межах норм завантаження.



*Рис. 6.3. Адаптований завантажувальний профіль*

Отже, в MRP системі, функція CRP обчислює виробничі потужності, необхідні для виконання виробничих замовлень, згенерованих MRP-системою. Іншою важливою функцією CRP є аналіз фінансових наслідків запланованого виробництва. Фінансова інформація, яку аналізує процес CRP, передбачає доступні складські запаси, відкриті замовлення на закупівлю, відкриті замовлення на продаж, відкриті виробничі замовлення, і заплановані (планові) замовлення.

## **6.4. Модель планування ресурсів виробничого підприємства MRPII**

З метою збільшити ефективність планування, наприкінці 70-х років минулого століття Олівер Уайт і Джордж Плосл запропонували ідею відтворення замкнутого циклу (closed loop) у MRP-системах. Ідея полягала в пропозиції ввести в розгляд ширший спектр факторів під час проведення планування уведенням додаткових функцій. До базових функцій планування виробничих потужностей і планування потреб у матеріалах було запропоновано додати ряд додаткових, таких як контроль відповідності кількості зробленої продукції кількості використаних під час збирання комплектуючих, складання регулярних звітів про затримки замовлень, про обсяги і динаміку продажів продукції, про постачальників тощо. Термін “замкнутий цикл” відзеркалює основну особливість модифікованої системи, яка полягає в тому, що створені під час її роботи звіти аналізують і враховують на подальших етапах планування, змінюючи, за необхідності, програму виробництва, а отже, і план замовлень. Інакше кажучи, додаткові функції здійснюють зворотний зв'язок у системі, що забезпечує гнучкість планування стосовно зовнішніх факторів, таким, як рівень попиту, стан справ у постачальників тощо.

Надалі, удосконалення системи привело до трансформації системи MRP із замкнутим циклом у розширену модифікацію, яку назвали MRPII (Manufactory Resource Planning – планування ресурсів виробничого підприємства) через ідентичність аббревіатур. Ця система була створена для ефективного планування всіх ресурсів виробничого підприємства, зокрема фінансових і кадрових. Крім того, система класу MRRPII здатна адаптуватися до змін зовнішньої ситуації і сформулювати відповідь на питання “Що буде, якщо...”.

MRPII – це набір перевірених на практиці розумних принципів, моделей і процедур керування і контролю, що слугують підвищенню показників економічної діяльності підприємства. MRPII є інтеграцією великої кількості окремих модулів:

- Планування продажів і бізнес-процесів – Sales and Operation Planning.
- Керування попитом – Demand Management.
- Календарне планування основного виробництва – Master Production Scheduling.
- Планування потреб у матеріалах – Material Requirement Planning.
- Специфікації продуктів – Bill of Materials.
- Підсистема транзакцій інвентаризації – Inventory Transaction Subsystem.
- Підсистема календарного постачання – Scheduled Receipts Subsystem.
- Керування на рівні виробничого цеху – Shop Flow Control.
- Планування виробничих потужностей – Capacity Requirement Planning.
- Контроль входу/виходу – Input/output control.
- Матеріально технічне постачання – Purchasing.
- Планування поширення ресурсів – Distribution Resource Planning.
- Планування і контроль виробничих операцій – Tooling Planning and Control.
- Планування фінансів – Financial Planning.
- Моделювання – Simulation.
- Оцінка результатів діяльності – Performance Measurement.

Результати роботи кожного модуля аналізуються всією системою загалом, що, власне, і забезпечує її гнучкість стосовно зовнішніх факторів.

Завданням інформаційних систем класу MRPII є оптимальне формування потоку матеріалів (сировини), напівфабрикатів (зокрема тих, що вже перебувають у виробництві) і готових виробів. Метою систем класу MRPII є інтеграція усіх основних процесів, що реалізуються підприємством, таких як постачання, запаси, виробництво, продаж і дистрибуція, планування, контроль за виконанням плану, витрати, фінанси, управління основними засобами тощо.

Стандарт MRP II поділяє сфери окремих функцій (процедур) на два рівні: необхідний і необв'язковий (додатковий). Для того, щоб програмне забезпечення було зараховане до класу MRP II, воно повинно виконувати визначений обсяг необхідних (основних) функцій (процедур).

### 6.4.1. Структура MRP II-системи

На рис. 6.4 подана логічна схема функціонування MRP II-системи. Вхідні та вихідні параметри для MRP II-системи практично збігаються з параметрами для MRP-системи, але до звичайної лінійної послідовності операцій додаються дві петлі зворотного зв'язку:

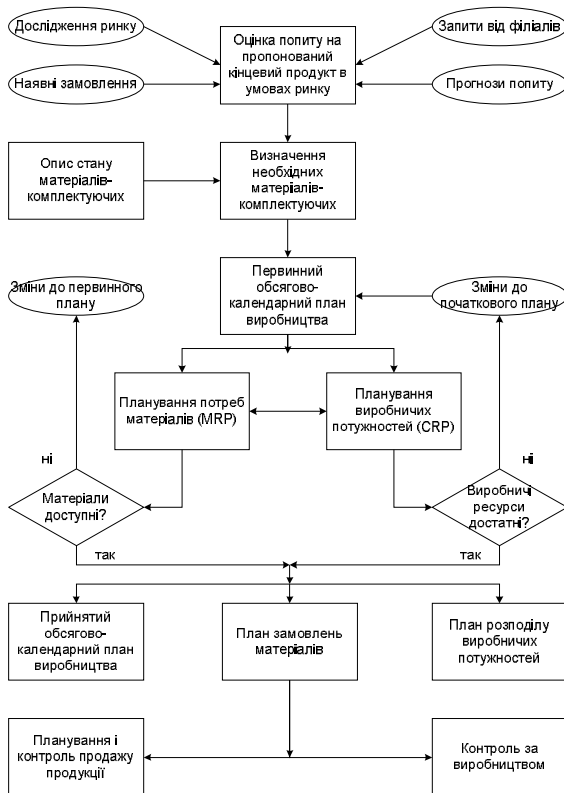


Рис. 6.4. Логічна структура системи планування ресурсів виробничого підприємства

- петля зворотного зв'язку доступних матеріалів для виробництва;
- петля зворотного зв'язку доступних виробничих потужностей.

Функції зворотного зв'язку (feedback) в MRPII-системі є надзвичайно важливими. Наприклад, якщо постачальники не здатні поставити матеріали/комплектуючі в зумовлені терміни, вони повинні надіслати звіт про затримки відразу, як тільки вони дізнаються про існування цієї проблеми. Зазвичай, стандартна компанія має велику кількість прострочених замовлень з постачальниками. Але, як правило, дати цих замовлень не відображають достатньою мірою дат реальної потреби в цих матеріалах. На підприємствах же, керованих системами класу MRPII, дати постачання є максимально близькими до часу реальної потреби в матеріалах, що поставляються. Тому важливо заздалегідь поінформувати систему про можливі проблеми із замовленнями. У цьому разі система повинна згенерувати новий план роботи виробничих потужностей, відповідно до нового плану замовлень. У деяких випадках, коли затримка замовлень цілком прогнозована, в MRPII-системі задається обсяг мінімальної підтримки запасів “ненадійних” матеріалів на складі (safety stock).

Алгоритм роботи MRPII-системи націлений на внутрішнє моделювання всієї сфери діяльності підприємства. Його основна мета – враховувати і за допомогою комп'ютера аналізувати всі внутрішньокомерційні і внутрішньовиробничі події, які відбуваються в конкретний момент і які заплановані на майбутнє. Як тільки у виробництві допущений брак, то після зміни програми виробництва і затвердження нових технологічних вимог виробництва, MRPII-система миттєво реагує на цю подію, вказує на проблеми, які можуть бути її результатом, і визначає ті зміни, які треба внести до виробничого плану, щоб уникнути цих проблем або звести їх до мінімуму. Зрозуміло, далеко не завжди реально повністю усунути наслідки збою у виробничому процесі, проте MRPII-система інформує про них за максимально тривалий проміжок часу до моменту їхнього виникнення.

Отже, передбачаючи можливі проблеми заздалегідь і створюючи керівництву підприємства умови для попереднього їхнього аналізу, MRPII-система є надійним засобом прогнозування і оцінювання наслідків внесення тих чи інших змін у виробничий цикл.

В основу MRP II покладена ієрархія планів. Плани нижніх рівнів залежать від планів вищих рівнів, тобто план вищого рівня надає вхідні

дані, що визначають показники і/або обмеження для планів нижчого рівня. Крім того, ці плани пов'язані між собою так, що результати планів нижнього рівня зворотно впливають на плани вищого рівня.

Якщо результати плану нереалістичні, то цей план або плани вищого рівня повинні бути переглянуті. У такий спосіб можна проводити координацію попиту і пропозиції ресурсів на визначеному рівні планування і ресурсів на вищих рівнях планування.

Будь-яка MRPII-система має певний інструментарій для здійснення планування. Нижче подано перелік системних методологій, які є фундаментальними важелями управління будь-якої MRPII-системи:

- Методологія розрахунку і перерахунку MRP- і CRP-планів.
- Принцип зберігання даних про внутрішньовиробничі і внутрішньо-комерційні події, які необхідні для планування.
- Методологія описування робочих і неробочих днів для планування ресурсів.
- Встановлення горизонту планування (planning horizon) – проміжку часу, на який складається план на рівні окремого підприємства.

Горизонт планування (planning horizon, time fence (тимчасові рамки)) – період часу, протягом якого система планування “бачить” планові показники. Зазвичай горизонт планування не вибирають меншим від періоду оборотності засобів або максимальної тривалості виробництва продукції.

Ці методології і принципи не є універсальними і їх визначають, враховуючи постановку конкретного завдання стосовно конкретного комерційного підприємства.

#### ***6.4.2. Переваги використання систем MRPII***

Використання MRPII-систем дає змогу:

- одержати оперативну інформацію про поточні результати діяльності підприємства як загалом, так і з повною деталізацією за окремими замовленнями, видами ресурсів, виконанням планів;
- поліпшити обслуговування замовників за рахунок вчасного виконання поставок, що передбачає планування і контроль за всім циклом виробництва з можливістю впливу на нього з метою досягнення оптимальної ефективності у використанні виробничих потужностей та усіх видів ресурсів для задоволення потреб замовників;

- оптимізувати (скоротити) цикл виробництва і цикл виконання замовлення, що забезпечує гнучкіше реагування на попит;
- скоротити незакінчене виробництво, оскільки роботу не видаватимуть доти, поки не буде відомо “точно до часу” для задоволення остаточного попиту;
- значно скоротити запаси, що дозволить економніше використовувати складські приміщення і буде потрібно менше засобів на його зберігання;
- збалансувати запаси, що забезпечує менший дефіцит і меншу кількість застарілих запасів;
- підвищити продуктивність, оскільки людські ресурси і матеріали використовуватимуться відповідно до замовлень з меншими втратами;
- автоматизувати роботу відділу маркетингу з повним контролем за платежами, відвантаженням продукції і термінами виконання договірних зобов’язань;
- проводити фінансовий аналіз діяльності підприємства загалом;
- значно скоротити невиробничі витрати;
- проводити довгострокове, оперативне і детальне планування діяльності підприємства з можливістю коригування планових даних на основі оперативної інформації;
- захистити інвестиції, зроблені в інформаційні технології;
- поетапно впроваджувати системи з урахуванням інвестиційної політики конкретного підприємства.

## **6.5. Модель управління ресурсами підприємства ERP**

Відповідно до Словника APICS (American Production and Inventory Control Society – Американська асоціація з управління запасами і виробництвом) термін “ERP-система” (Enterprise Resource Planning – управління ресурсами підприємства) можна вживати в двох значеннях.

- ERP-система – інформаційна система для ідентифікації і планування всіх ресурсів підприємства, які необхідні для здійснення продажів, виробництва, закупівель і обліку під час виконання клієнтських замовлень.

- ERP-методологія – це методологія ефективного планування і управління всіма ресурсами підприємства, які необхідні для здійснення продажів, виробництва, закупівель і обліку під час виконання замовлень клієнтів у сферах виробництва, дистрибуції і надання послуг.

Отже, термін ERP може означати не тільки інформаційну систему, але і відповідну методологію управління, яку реалізує і підтримує ця інформаційна система.

Появу ERP-систем необхідно зарахувати до 80-х років минулого століття, коли сформувалися нові характеристики ринку, які привели до істотних змін у вимогах до програмного забезпечення управління підприємством:

- істотна географічна і концептуальна (диверсифікаційна) глобалізація як збуту, так і постачання, зокрема для дрібних і середніх виробників;
- різке зниження часу життя продукту на ринку;
- значне збільшення значення і кількості замовлених виробництв, які найповніше відображають концепцію “товариства споживання”;
- зростання конкуренції і, в підсумку, зниження середньої маржі, яку отримує виробник; як наслідок – істотне збільшення інтересу до “тонкого” управління витратами;
- загальна інтенсифікація життя, що призвела до істотного підвищення вимог до мобільності управління;
- “спуск” проблем збуту і логістики до дрібного і середнього виробника.

Сьогодні практично всі розробники MRPII/ERP-систем зараховують свої системи до класу ERP, оскільки абревіатура “ERP” є привабливішою і може збільшити продажі системи, яка по суті не належить до цього класу. Така плутанина посилюється відсутністю ERP-стандарту. Тому проведемо порівняльну характеристику систем двох класів – ERP і MRPII.

Відразу потрібно зазначити, що і для MRPII-систем, і для ERP-систем основним є виробництво. Вони, безумовно, розвиваються у зв’язку із запитами ринку: додаються нові функціональні можливості, рішення переносяться на нові технологічні платформи. Проте виробничі підсистеми залишаються центральними для цих систем, і відмінності між MRPII/ERP-систем перебувають саме в плануванні виробництва. Пов’язані ці відмінності з глибиною реалізації планування, що зумовлене орієнтацією цих систем на різні сегменти ринку.

ERP-системи створюються для великих багатофункціональних і територіально розподілених виробничих корпорацій. MRPII-системи орієнтовані на ринок середніх підприємств, яким не потрібна вся потужність ERP-систем. Відмінності ERP від MRPII полягають в тому, що ERP містить MRPII, а також:

- реалізацію всіх типів виробництва;
- інтеграцію планування ресурсів за різними напрямками діяльності компанії;
- багатоланкове планування.

Безумовно, багато MRPII-систем розвиваються з позицій глибини планування і лише за певними (але не усіма) параметрами наближаються до ERP-систем.

На рис. 6.5 умовно поданий зв'язок “стандартних” систем планування підприємства, що спостерігається практично в більшості систем, впровадження яких передбачає “розробку на замовлення”. Ця діаграма також є так би мовити схемою “синтезу” систем (методологій) управління і їх реалізацій в автоматизованих системах.

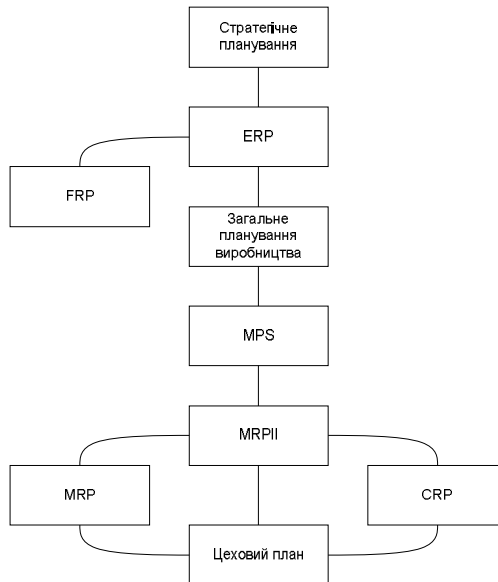


Рис. 6.5. Взаємозв'язок систем планування

З рис. 6.5 видно, що результати MRPII-систем використовують для методології MPS (Master Planning Schedule – обсягово-календарне планування), а функціонування ERP-систем пов'язане із застосування MPS, а також FRP-системи (Finance Resource Planning – планування фінансових ресурсів).

Сучасний ринок інформаційних управлінських систем складається з трійки систем-лідерів, які, власне, і належать до класу ERP (решту потрібно зарахувати до систем класу MRPII):

- SAP R/3 німецької компанії SAP AG;
- Oracle Applications американської компанії Oracle;
- Ваан, розробила нідерландська компанія Ваан, а в травні 2000 року її придбав британський холдинг Invensys.

Що ж до MRPII-систем, то тут спостерігається більша кількість рішень, кожне з яких містить унікальне поєднання функціональних і технологічних особливостей. Усі вони відрізняються різним ступенем опрацювання виробничих, фінансових та інших функцій. Тому “MRPII” – це не ознака збитковості системи, а показник того, що система орієнтована на ринок середніх підприємств.

### ***6.5.1. Переваги та недоліки ERP-систем***

Головна мета концепції ERP – розповсюдити принципи MRPII на управління сучасними великими підприємствами. Концепція ERP є надбудовою над методологією MRPII. Не вносячи ніяких змін до механізму планування виробничих ресурсів, вона дає змогу виконати додаткові завдання, пов'язані з ускладненням структури компанії.

Концепція ERP досі не стандартизована. Коли виникає питання про віднесення конкретної інформаційної системи управління до класів систем MRPII чи ERP, то фахівці розходяться в думках, оскільки виокремлюють різні критерії приналежності системи класу ERP. Проте, підсумовуючи різні погляди, можна вказати такі основні ознаки, які повинні мати ERP-системи:

- універсальність з погляду типів виробництв;
- підтримка багатоланкового виробничого планування;
- ширша (порівняно з MRPII) сфера інтегрованого планування ресурсів;
- розміщення в системі потужного блока планування і обліку корпоративних фінансів;

- впровадження в систему засобів підтримки прийняття рішень.

Навіть на звичайному підприємстві (не кажучи вже про корпорацію) можуть співіснувати виробництва різних типів – проектного, дискретного, неперервного (процесного).

До підприємств, що працюють за неперервним процесним виробництвом, можна зарахувати підприємства харчової, хімічної, фармацевтичної, нафтохімічної, нафтової, металургійної промисловості.

Підприємства, що працюють за дискретним циклами, належать до машинобудівної, легкої промисловості.

Для підтримки планування і управління всім підприємством загалом, інформаційна система повинна “вміти” працювати з кожним із цих типів виробництв. Системи класу ERP містять набір модулів, кожен з яких спеціалізований на певному типі виробництва.

Великі виробничі об’єднання, розподілені територіально, можуть складатися з відособлених структурних підрозділів або філій (ланок). Кожна філія, як правило, має окремий закінчений виробничий процес. Проте часто підрозділи зв’язані між собою ланцюжком постачань певних одиниць продукції. Це ускладнює планування діяльності як окремих підрозділів, так і всього виробничого об’єднання. Щоб запобігти простоям і перевантаженням окремих виробництв через невчасно поставлені деталі, плани-графіки закупівель/виробництва різних виробничих підрозділів компанії повинні бути узгоджені між собою.

В ERP-системі закладаються засоби агрегації планів. Спочатку формуються власні плани закупівель/постачань і виробництва для кожного підприємства-ланки єдиної організаційної структури. З кожної номенклатурної одиниці, що входить у внутрішньовиробничу мережу постачань, вказують джерело (споживач) і пріоритетність постачання цієї одиниці. Потім ERP-система створює багатоланковий (агрегований) план. Перш ніж подати ці плани для затвердження, система оцінює їхню здійсненність. Як і в звичайних MRPII-системах, оцінка здійсненності планів відбувається за допомогою створення системою потоку замовлень залежного попиту на рівні всього виробничого об’єднання. У разі виявлення критичних станів плани коректують, і лише потім надходять на підтвердження.

У класичних MRPII-системах інтегроване планування ресурсів охоплювало лише виробничі та складські підрозділи, підрозділи постачання та збуту. Дії інших тісно пов’язаних з виробничим процесом

підрозділів і служб (наприклад, ремонтних, транспортних) не залучалися до планування. Поза увагою також залишалися проектні роботи.

ERP-системи дають змогу залучити в сферу інтегрованого планування ресурсів всі підрозділи підприємства, які ці ресурси використовують. Це дає змогу досягти оптимізації бізнес-операцій підприємства, а також координації дій всіх служб і підрозділів для забезпечення їхньої ефективної роботи.

У зв'язку з цим, в ERP-системах з'являються такі додаткові підсистеми:

#### 1. Планування і управління реалізацією виробничих проектів.

У цій підсистемі аналізується проект (розроблення його структури, виділення підпроектів, розбиття підпроектів на окремі роботи), формування мережових графіків робіт, планування матеріальних і трудових ресурсів, устаткування, фінансових витрат для виконання цих робіт, управління ходом їхнього виконання.

#### 2. Планування роботи сервісно-технічних служб.

Підсистема дає змогу планувати ресурси і оптимізувати виконання робіт щодо технічного обслуговування виробничих об'єктів. Підсистема дуже впливає на роботу модуля планування виробництва. Якщо проводять аварійний або плановий ремонт деякої одиниці виробничих потужностей, то підсистема повинна сповістити модуль планування виробництва про блокування цієї одиниці виробничих потужностей на певний період і вказати на цей період альтернативний виробничий маршрут.

#### 3. Планування поширення ресурсів DRP.

Така підсистема надає можливість працювати з складною багатоланковою структурою збутових підрозділів і складів. Зокрема, в її компетенцію входить і планування роботи транспортних служб. За допомогою підсистеми можна:

- мінімізувати транспортні витрати на доставку сировини;
  - організувати збалансований розподіл матеріалів і продукції на складах компанії;
  - вибрати оптимальні транспортні маршрути під час проведення міжскладських переміщень (коли є декілька складів) або переміщень між збутовими підрозділами (коли є мережа дилерських організацій).
- #### 4. Планування і управління післяпродажним і спеціальним обслуговуванням.

Ця підсистема призначена для управління всіма видами сервісних послуг.

У багатьох сучасних MRPII-системах з'являються підсистеми “Проект”, “Сервіс”, “Транспорт” тощо. Проте, хоча в цих підсистемах ведуть облік витрат і доходів, бюджетування, але часто в них немає необхідної для ERP функціональності щодо створення потоку замовлень, який породжує інтегроване планування потреб у ресурсах і потужностях у масштабах всього підприємства.

Не зважаючи на доволі широку функціональність, ERP-системи не є повністю інтегрованими системами управління: на багатьох підприємствах існують підрозділи, діяльність яких хоча і пов'язана з виробничим процесом, проте не вкладається в існуючу ідеологію MRPII/ERP-систем. Для автоматизації роботи таких підрозділів використовують свої системи. До таких належать, наприклад, системи автоматизованого проектування (САПР), системи конструкторської і технологічної підготовки виробництва (PDM-системи – Product Data Management).

Реалізація в ERP-системах підтримки планування ресурсів розгуженої корпорації створює необхідність посилення фінансового блока, реалізації управління складними фінансовими потоками і можливості корпоративної консолідації. Тому в ERP-системи входять потужні системи управління корпоративними фінансами, що характеризуються такими перевагами:

- підтримка багатоланкової структури управління – можливість аналізувати фінансові дані як на рівні окремих підрозділів-ланок, так і на рівні всієї компанії;
- гнучкість – підтримка декількох часових поясів, мов, національних валют і систем бухгалтерського обліку і звітності;
- повнофункціональний апарат ведення бухгалтерського і управлінського обліку;
- ведення фінансового планування;
- ведення розрахунків з дебіторами і кредиторами;
- наявність апарату для відстеження повернення кредитів, що враховує ведення історії відносин з кредиторами, аналізу стану їх справ, пошук відомостей про них;
- повна інтеграція з даними інших підсистем ERP-систем.

Управлінські рішення ухвалюють люди. Сама ERP-система не є інструментом для прийняття управлінських рішень, вона лише надає необхідну для цього інформацію. Реальну ж підтримку прийняття управлінських рішень надають спеціальні аналітичні засоби, що вводяться в ERP-системи (зазвичай ці засоби називають OLAP – On-line Analysis Processing). Систем підтримки прийняття рішень мають такі можливості:

- відстежування ефективності роботи різних ділянок і служб для виявлення і усунення слабких ланок, а також для вдосконалення структури бізнес-процесів і організаційних одиниць;
- аналіз діяльності окремих підрозділів;
- агрегація даних з різних підрозділів;
- аналіз показників різних напрямів фінансово-господарській діяльності підприємства для виділення перспективних і збиткових напрямів бізнесу;
- виявлення тенденцій, що розвиваються як усередині підприємства, так і на ринку.

Разом з перевагами, існують певні труднощі на етапі впровадження ERP-систем, які виникають з таких причин:

- недовіра власників компаній до високотехнологічних рішень, що приводить до слабкої підтримки проекту з їхнього боку, а це також робить здійснення проекту важким до реалізації;
- небажання окремих підрозділів до надання конфіденційної інформації зменшує ефективність системи.

Багато проблем, пов'язаних з функціонуванням ERP, виникають через недостатнє інвестування в навчання персоналу, а також у зв'язку з недоопрацьованістю політики занесення і підтримки актуальності даних в ERP. Впровадження ERP також має певні обмеження:

- невеликі компанії не можуть дозволити собі інвестувати достатньо грошей в ERP і адекватно навчити всіх співробітників;
- впровадження є достатньо дорогим;
- система може страждати від проблеми “слабкої ланки” – ефективність всієї системи може бути порушена одним підрозділом або партнером;
- впровадження нової системи приводить до проблеми сумісності з колишніми системами.

## 6.6. Інші моделі управління ресурсами підприємства

Потреба застосування методології MRPII для підприємств різних галузей спричинили появу нових напрямів її розвитку, частина з яких пізніше виділилася у самостійні методології управління:

- управління складними виробничими проектами типу розробки на замовлення, де планування ведеться за сполученими мережними і виробничими графіками (“проектне управління”, використовують у важкому машинобудуванні, авіабудуванні, космічній галузі тощо);
- інтегроване управління для замовленого і дрібносерійного виробництва (машинобудування, автомобілебудування тощо);
- управління складними фінансово-збутовими і виробничими структурами – холдингове управління (“фінансове управління” – фінансово-промислові групи, “логістичні ланцюжки”, “управління розподіленими потребами” – великі торговельно-виробничі компанії).

Крім того, сформувалися самостійні завдання, які можна реалізувати у вигляді “слабкоінтегрованої” або навіть автономної підсистеми. Це, зокрема, такі:

- управління складським господарством (автоматизовані склади);
- управління “оперативним” контуром (інтенсивним відвантаженням продукції);
- управління “глобальною” логістикою великих компаній.

Два останні напрями лежать в основі методологій управління компаніями типу FMCG (Fast Moving Consumer Good – швидко рухливі споживчі товари, такі, як напої, консерви тощо) – це практично всі товари повсякденного попиту, які не виготовляються в дрібному приватному секторі (наприклад, хліб). Як вже зазначено, самостійність цих напрямків означає можливість їх початкової реалізації у межах окремої системи і важливість такої реалізації для бізнесу компанії.

### 6.6.1. Модель планування фінансових ресурсів FRP

Планування фінансових ресурсів FRP (Finance Resource Planning) є невід’ємною частиною ERP-систем. Схематично структура FRP-системи подана на рис. 6.6.

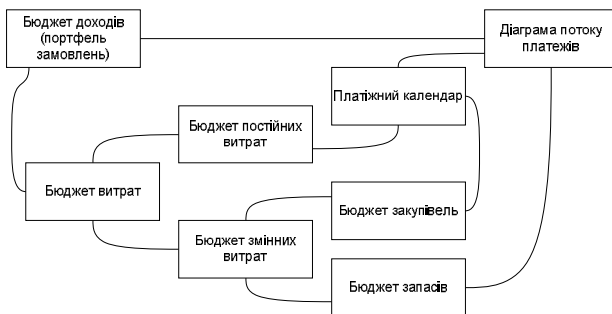


Рис. 6.6. Система фінансового планування FRP у межах ERP

FRP-система передбачає потужні механізми аналітичного опрацювання фінансових даних і бюджетного управління, які функціонують у межах ERP-системи, але які не є необхідними для виробничих підприємств, на яких використовуються MRPII-системи.

Метою функціонування FRP-системи є ефективне керування фінансовими і потоками, що забезпечує фінансову стійкість, прибутковість і конкурентоспроможний розвиток підприємства. Досягнення цієї мети відбувається за рахунок забезпечення виконання комплексу фінансово-економічних завдань підприємства, основними серед яких є:

- формування фінансово-економічних цілей і стратегії;
- прогнозування діяльності підприємства і, як наслідок, – можливість завчасно вжити заходів, що дають змогу уникнути втрат і збільшити прибуток;
- ефективне використання оборотних коштів;
- оперативне керування фінансовими потоками;
- обґрунтування обсягів, термінів і доцільності залучення фінансових ресурсів;
- керування витратами підприємства.

Загалом, FRP-система повинна забезпечувати прозорість фінансового стану і руху фінансових ресурсів, формування найвигідніших варіантів фінансових планів та контроль відхилення від цих планів. Фінансовий план повинен бути повним фінансовим відображенням усієї планованої діяльності підприємства. Це визначає комплексний підхід до побудови FRP-системи у межах ERP-системи, оскільки необхідно охоплювати всі основні структурні елементи підприємства і всі істотні

(з погляду прибутковості і стійкості функціонування) процеси, які відбуваються у цих підрозділах.

FRP-система дає змогу виконувати такі завдання:

- оцінка фінансового стану підприємства;
- фінансова оцінка основних напрямків діяльності (витрати, прибуток, рентабельність та інші показники товарних груп, підрозділів тощо);
- формування бюджетів підрозділів і контроль їхнього виконання;
- планування і контроль фінансових потоків;
- перевірка фінансової реалізації планів продажів і планів закупівель;
- прогноз і запобігання банкрутства і форс-мажорних ситуацій;
- визначення термінів, обсягів і доцільності брати кредити;
- аналіз, планування і контроль прибутків і витрат;
- аналіз, планування і контроль зміни структури балансу (структури капіталу тощо);

### *6.6.2. Модель управління відносинами з клієнтами CRM*

90-ті роки минулого століття є початком відліку нового покоління продуктів, які належать до інформаційних систем управління підприємством. Поява таких продуктів пов'язана з тим, що навіть впровадження щонайпотужніших систем класу ERP не завжди є достатнім для підвищення доходів підприємства. Причини такої ситуації є не в частині виробництва, а – в частині людських відносин і психології.

Управління відносинами з клієнтами (Customer Relations Management, CRM) – це стратегія, яка ґрунтується на застосуванні таких управлінських і інформаційних технологій, за допомогою яких компанії акумулюють знання про клієнтів для вибудовування взаємовигідних відносин з ними. Подібні відносини сприяють збільшенню прибутків, оскільки привертають нових клієнтів і допомагають утримати старих.

CRM – це клієнт-орієнтована стратегія, яка формує вищі націнки на продукцію, з одного боку, за рахунок забезпечення індивідуального обслуговування кожного клієнта, а з іншого, за рахунок орієнтації на довгострокові відносини, зокрема і в збиток для короткострокових економічних завдань. У будь-якому разі CRM вимагає створення і

підтримки довгострокових відносин з клієнтами на якісно вищому рівні, ніж проста декларація “клієнт завжди має рацію”. Метою CRM є не просто збільшення обсягу продажів, а прибуткове “пов’язання” потреб клієнта з можливостями продавця, що і вимагає спільної колективної роботи з клієнтом різних функціональних підрозділів організації.

Отже, CRM у широкому розумінні – це стратегія “відмінного” ведення бізнесу, CRM у вузькому розумінні – це власне інформаційні технології, що дають змогу формалізувати і автоматизувати різні аспекти взаємодії з клієнтами підрозділів маркетингу, продажу і сервісного супроводу на основі автоматизованих процесів (зокрема збуту) і єдиного “інформаційного простору” організації. Тобто відбувається консолідація (нагромадження і узагальнення) всієї інформації про кожного клієнта обміном даними з іншими інформаційними системами. Об’єднуючи ключові блоки інформації про контакти, організації, операції, замовлення/проекти, зв’язки тощо, CRM-система дає змогу дізнатися все про поведінку клієнтів і дібрати економічно доцільний спосіб їхнього обслуговування.

### *6.6.3. Модель синхронізованого з клієнтом планування ресурсів CSRП*

Системи класу CRM часто інтегрують з системами управління підприємством (такими як MRPII, ERP), проте навіть таке детальне ведення всієї маркетингової інформації може не дати того ефекту, який очікується з боку топ-менеджменту підприємства. Річ у тому, що звичайне обчислення собівартості продукції виконують за методом прямих витрат, який враховує витрати на устаткування, матеріали і комплектуючі, робочу силу, технологічний процес, а витрати на сервіс, логістику і маркетинг дуже часто розглядають як накладні витрати.

Оскільки нині саме сервіс, логістика і маркетинг є ключовими важелями під час утримання і пошуку нових клієнтів, незнання реальних витрат на виробництво конкретного виду товарів приводить до неточного визначення собівартості продукту, і можливо, завищення/ заниження його ціни на ринку.

Сучаснішою концепцією управління ресурсами підприємства є синхронізоване з клієнтом планування ресурсів CSRП (Customer Synchronized Resource Planning), що охоплює майже весь життєвий цикл товару. Такий підхід дає змогу на порядок точніше управляти собівар-

тістю товару, враховуючи виробництво, просування і обслуговування товару конкретного типу, і враховувати всі елементи його функціонального життєвого циклу, а не тільки виробництва, як у всіх стандартних системах попередніх поколінь.

Суть концепції CSRП полягає в тому, що під час планування і управління компанією можна і потрібно враховувати не тільки основні виробничі і матеріальні ресурси підприємства, але і все ті, які зазвичай розглядаються як “допоміжні” або “накладні”.

До таких ресурсів зараховують ресурси, спожиті під час:

- маркетингової і “поточної” роботи з клієнтом;
- післяпродажного обслуговування реалізованих товарів;
- перевалочних і обслуговувальних операцій;
- діяльності окремих підрозділів за умови, що ці ресурси не є прямими витратами.

Облік абсолютно всіх використаних ресурсів має вирішальне значення для підвищення конкурентоспроможності підприємства в галузях, де життєвий цикл товару невеликий, і потрібно оперативного реагувати на зміну бажань споживача.

На рис. 6.7 показано співвідношення між поняттями CSRП, ERP і різноманітними стадіями життєвого циклу товару.



*Рис. 6.7. Системи планування ресурсів і життєвий цикл товару*

Винятково важливим наслідком цієї концепції з’явилася реалізація завдання тонкого управління виробничими графіками в умовах обмежених потужностей (так званого завдання APS – Advanced planning and scheduling – розширеного управління виробничими графіками). Системи типу APS дають змогу виконувати такі завдання, як “проштовхування” термінового замовлення у виробничі графіки, розподіл та перепланування завдань з урахуванням пріоритетів і обмежень.

#### 6.6.4. Модель планування поширення ресурсів DRP

Усі матеріали пересуваються від постачальника до споживача по ланцюжку постачань (або ринковому каналу). Графічно ланцюжок постачань виглядає як орієнтований граф, що відображає потоки попиту і пропозиції між підрозділами-постачальниками і підрозділами-замовниками однієї або декількох організацій (компаній). Планування поширення ресурсів DRP (Distribute Resources Planning) координує попит, пропозицію і ресурси між підрозділами однієї або декількох організацій.

У ланцюжку постачань може бути два або більше рівнів виробничих і/або дистриб'юторських підрозділів. Ці підрозділи можуть перебувати в різноманітній залежності один від одного, але найважливішим моментом є те, що один підрозділ може постачати продукцію іншому підрозділу.

Наприклад, компанія виготовляє товари на території одного підрозділу, а продає їх з окремого складу продажів. Інша компанія може мати центральний центр дистрибуції, що постачає продукцію на склади регіональних відділень. І третій приклад: компанія має виробничі потужності в двох містах.

Планування попиту і пропозиції матеріалів між підрозділами відповідає на три основних питання:

- Що підрозділу необхідно одержати (від інших підрозділів)?
- Що підрозділ збирається поставити (іншим підрозділам)?
- Що підрозділ зможе поставити?

Хоча ці запитання і подібні на запитання, які є перед MRP-системою (планування потреб у матеріалах), проте існує одна принципова відмінність. У MRP достатньо знати: **які** очікуються попит і пропозиція і **коли**. Якщо ж існує декілька підрозділів, між котрими постійно пересувається продукція, то DRP-система дає змогу знати **де** (в якому підрозділі) виникли попит/пропозиція.

Відповідь на запитання “Що підрозділу необхідно одержати?” створює попит на матеріали, які необхідно поставити з іншого підрозділу. Власне DRP-система розраховує ці потреби (після запуску MRP).

Запитання “Що підрозділ збирається поставити?” вимагає оцінки всіх джерел попиту на продукт, а також замовлення клієнтів, прогноз відвантажень, потреби в запчастинах, страховий запас і потреби підрозділів. На основі даних про потреби підрозділу на матеріали, що

поставляє інший підрозділ, DRP створює запити між цими підрозділами.

Відповідь на останнє питання “Що підрозділ зможе доставити?” залежить від наявності матеріалів (пропозиції) і транспорту (ресурсів). Якщо попит (потреби) перевищує пропозицію, DRP можна використовувати для закріплення матеріалів за декількома підрозділами в зазначеній пропорції.

### 6.6.5. Модель управління логістичними ланцюжками Supply Chain

Сутністю поняття “ланцюжок постачань” або “логістичний ланцюжок” (Supply Chain) є врахування під час аналізу господарської діяльності всього ланцюжка (точніше мережі), по якому товар із сировини перетворюється в готовий виріб і потім, через систему продажів, потрапляє до кінцевого споживача. Поняття “управління продажами” стосується лише подій, що відбуваються тільки на останньому етапі логістичного ланцюжка, а головне на дуже обмеженій його ділянці “продавець-споживач”, причому розглядають звичайно тільки з погляду “викладання товару” на ринок. Власне застосування розширеної концепції ланцюжків постачань (рис. 6.8) дає змогу перевести аналіз виготовлення і продажу товару на новий якісний рівень.

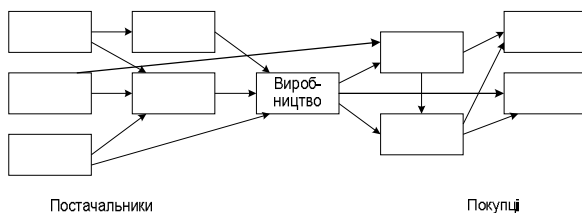


Рис. 6.8. Управління логістичними ланцюжками

Виникнення теорії управління логістичними ланцюжками та її практичне застосування істотно пов'язано із прогресом інформаційних технологій, що дозволило, наприклад, транснаціональним корпораціям проводити операції й аналіз діяльності в режимі on-line. Природно, це потребує осмислення і формалізації методології управління глобальним бізнесом і розроблення відповідних інструментів.

Підтримка логічних ланцюжків стала практично обов'язковою вимогою для програмних продуктів, призначених для автоматизації торговельних і холдингових структур. Такі продукти повинні підтримувати конфігурацію, що дає змогу розміщувати об'єкти автоматизації на декількох фізично віддалених територіях, причому як із можливістю поділу фінансового (бухгалтерського) обліку (підтримки декількох юридичних осіб), так і з можливістю підтримки “розподіленої”, але єдиної юридичної особи, із усіма вимогами до розподіленої структури бази даних, які з цього випливають. Переважно також необхідний варіант “тонкого” клієнта для забезпечення робочих місць на віддалених складах або, наприклад, для дистанційного формування замовлення чи моніторингу у представницьких структурах.

Найбільшого значення аналіз логістичних ланцюжків має в такому разі: існують особливі потреби постачань для кожної країни (регіону), що потребують використання спеціальних комплектуючих або матеріалів.

Логістичний ланцюжок є цікавим інструментом управління бізнесом, за допомогою якого та з використанням відповідних фінансових інструментів можливе створення “віртуального бізнесу” (рис. 6.9).

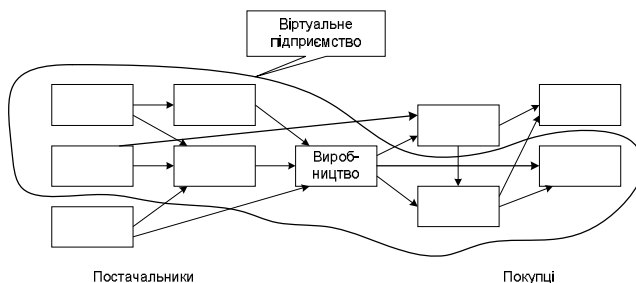


Рис. 6.9. “Віртуальний бізнес” та логістичні ланцюжки

“Віртуальний бізнес” об’єднує декілька компаній, діяльність яких охоплює повний “життєвий цикл” товару, або, навпаки, умовний поділ однієї компанії може привести до ведення декількох “віртуальних бізнесів”. До того ж для кожного “віртуального бізнесу” можлива підтримка повного спектра “віртуальних систем управління”, характерних для єдиної компанії. Проте така система працює коректно тільки у разі “прозорості” усієї “віртуальної” мережі, що входить у компанію.

Очевидно, що концепція Supply Chain є дотичною до планування поширення ресурсів DRP, що фокусується на проблемі планування “поповнення” розподіленої складської системи, причому не тільки з “центрального” складу, але і за рахунок переміщення товару між складами одного рівня, зокрема і за допомогою переміщення з магазину в магазин, не зосереджуючись на проблемах зниження операційної вартості і зворотного зв'язку. Підхід DRP оптимальний для поповнення, зокрема, системи складів сервісних центрів, обмінних фондів або, наприклад, системи гуртових складів продовольчої продукції масового попиту (як цукор, сіль, крупа тощо), які є достатньо стійкими до “потреб” покупців щодо упакування і неістотно диференціюються за якістю. Сутність аналізу логістичних ланцюжків Supply Chain є дуже простою і зводиться до деяких очевидних, але нетривіальних фактів, а саме:

- вартість товару формується протягом усього логістичного ланцюжка і визначається найкритичніше тільки на останній стадії – під час продажу кінцевому споживачу;
- на вартості товару критично позначається “загальна ефективність операцій”, зокрема транспортних і маркетингових, по всьому логістичному ланцюжку, а не тільки на шляху конкретного продажу;
- найкерованішими з погляду вартості є саме початкові стадії – стадії виробництва товару, а найвразливішими є останні – стадії продажу.

Типовими проблемами, які вирішують за допомогою систем управління логістичними ланцюжками, є:

- якою повинна бути структура складів сировини і готової продукції для зменшення операційних витрат;
- як оптимізувати схему транспортних операцій (із погляду витрат);
- де виготовляти товар для постачання на конкретний регіональний ринок.

На жаль, термін Supply Chain не можна вважати точно формалізованим, тому реалізація цієї концепції в програмних продуктах є достатньо різноманітною.

Якщо порівнювати співвідношення між методологіями Supply Chain і CSRP, то варто наголосити, що вони взаємно доповнюють одна одну. Перша сфокусована на “глобальній” логістиці і пов'язаних із нею процесах, які є “зовнішніми” стосовно виробництва, друга – на “внутрішніх” процесах, зокрема, на “тонкому” управлінні замовленнями

і розширеному управлінні витратами завдяки трактуванню бізнес-циклу товару як “розширеного” виробничого циклу. У CSRP товар розглядається не як “товар взагалі” (що характерно для MRP), а як “товар в конкретному замовленні”, що точно відповідає ідеології Supply Chain. Підсумовуючи вищенаведене, оскільки “ядром” логістичних ланцюжків є виробник, то методологія CSRP – це методологія виробничого ядра Supply Chain. Об’єднання цих двох методологій у єдиній системі дозволяє вийти на новий якісний рівень систем і методологій управління ресурсами бізнесу.

## 6.7. Контрольні запитання

1. Що таке планування під час управління організацією?
2. Які є особливості стратегічного планування?
3. Що таке бізнес-план?
4. Які є особливості планування ресурсів?
5. Що таке головний план-графік виробництва?
6. Яке призначення методології MRP?
7. Що таке MRP-система?
8. Яка структура MRP-систем?
9. Які є основні вхідні елементи MRP-системи?
10. Описати цикл роботи MRP-системи.
11. Які є основні результати MRP-системи?
12. Навести переваги та недоліки MRP-систем.
13. У чому полягає планування потреб у матеріалах у замкнутому циклі?
14. У чому полягає планування потреби у виробничих потужностях?
15. Описати схему роботи CRP-модуля.
16. Яке призначення методології MRPII?
17. З яких модулів складається MRPII-система?
18. Яка структура MRPII-систем?
19. Навести переваги MRPII-систем.
20. Яке призначення методології ERP?
21. Які відмінності є між ERP- і MRPII-системами?
22. Навести переваги та недоліки ERP-систем.
23. У чому полягає планування фінансових ресурсів?
24. У чому полягає управління відносинами з клієнтами?
25. У чому полягає синхронізоване з клієнтом планування ресурсів?
26. У чому полягає планування поширення ресурсів?
27. У чому полягає управління логістичними ланцюжками?

## Розділ 7

### ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ КОРПОРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Інформатизація суспільства сьогодні має глобальний характер. І в бізнесі, і в системах управління і, навіть, у культурі та побуті тепер впроваджуються інформаційні технології. Однак ІТ не відмінили виробничих і маркетингових процесів, а скоріше інтенсифікували їх. Змінився інструментарій в управлінні компанією, що також дуже вплинуло на всі процеси, до яких мають відношення менеджери: планування, організація, керівництво, контроль. Просто оволодіти цим інструментарієм ще не є гарантією успіху, до того ж його відсутність передбачає повний крах. Тому головною характеристикою зрілих ІС є не кількість засобів, витрачених на ІТ, а збільшення доходів підприємства за рахунок впровадження ІТ. Щоб інвестиції були корисними, необхідно уміти користуватися ІТ, а не просто знати їх.

Ефективність системи управління загалом залежить від таких чинників:

- наскільки швидко інформація про стан справ і події потрапляє до керівника;
- наскільки ця інформація правильна і вчасна (адекватна і актуальна);
- наскільки швидко і достовірно ухвалені рішення буде доведено до виконавців;
- наскільки дієвий контроль з боку керівника над виконанням рішень, які він же ухвалив.

Керівникові підприємства доводиться вирішувати кардинальні питання:

- Як забезпечити точний облік на підприємстві. Вирішення полягає у використанні облікових систем.
- Як знайти своє місце на ринку? Відповідь можна знайти за допомогою універсальних статистичних застосувань і маркетингових інформаційних систем.
- Як довести інвесторам, що гроші вони повинні дати саме вам? Для цього необхідно використовувати системи планування і експертизи інвестицій.
- Як перетворити підприємство з метою виведення його з несприятливої ситуації? Рішення полягають в організаційних змінах, які спираються на ІТ. До цих змін належать: автоматизація бізнес-процесів, раціоналізація процедур і реінжиніринг (перепроєктування) бізнесу.
- Як забезпечити випуск продукції світового рівня? Оскільки якість стає більше технічною, процесний підхід, що становить основу ISO 9000, вимагає спеціальних засобів для описування і класифікації процесів, складових діяльності підприємств. А описання процесів діяльності підприємства вимагає використання комп'ютерної CASE-технології.
- Як забезпечити діяльність фірми в інформаційному суспільстві. Вирішення полягає у застосуванні електронної комерції.

Тактичною (короткостроковою) метою впровадження ІТ є підвищення продуктивності, економії фінансів, підготовка обґрунтованих рішень. А стратегічна мета ІТ – сприяти менеджменту, реагувати на динаміку ринку, створювати, підтримувати і поглиблювати конкурентну перевагу.

Сучасний ринок вимагає, щоб вся продукція задовольняла загально визнані стандарти якості, які стосуються не тільки якості остаточного продукту, що виставлений на ринку, але і всього процесу виробництва цього продукту, починаючи від вибору постачальників і закінчуючи сервісним обслуговуванням.

Сьогодні всесвітнього поширення набув комплекс стандартів на систему якості підприємства, розроблений ISO (International Standards Organization). Цей комплекс стандартів має загальну назву ISO 9000 (ICO 9000) і його детальніше розглянемо в наступному розділі. Тут зазначимо, що впровадження і підтримка на підприємстві системи

якості відповідно до стандартів сімейства ISO-9000 припускає використання програмних продуктів, принаймні, трьох класів:

- комплексні системи управління підприємством (автоматизовані інформаційні системи підтримки прийняття управлінських рішень);
- системи електронного документообігу;
- продукти, що дають змогу створювати моделі функціонування організації, проводити аналіз і оптимізацію її діяльності.

Визначення 7.1. Корпоративна інформаційна система (КІС) – це сукупність інформаційних систем окремих підрозділів підприємства, об'єднаних загальним документообігом так, що кожна з систем виконує частину завдань управління прийняттям рішень, а всі системи разом забезпечують функціонування підприємства відповідно до стандартів якості ISO-9000.

Це не означає, що будь-яке підприємство, що претендує на відповідність системі якості ISO-9000, повинне обов'язково мати у себе корпоративну інформаційну систему. Це означає, що управління величезними обсягами даних, які циркулюють на підприємстві, без КІС буде пов'язано з великими складнощами. Наявність же КІС дає змогу підтримувати необхідний рівень якості ISO-9000 з меншими витратами на ведення документації і на прийняття рішень. Отже, впровадження системи якості ISO-9000 і впровадження корпоративної інформаційної системи на підприємстві взаємозв'язані.

Хоча поняття корпоративності переважно передбачає наявність великої територіально розподіленої ІС, правильно розглядати КІС як ІС будь-яких підприємств, незалежно від їхнього масштабу і форм власності. Отже “корпоративність” ІС визначається зовсім не її масштабами (у сенсі кількості технологічного устаткування, робочих місць тощо), а підтримкою різноманітних завдань управління підприємством.

## **7.1. Вимоги до корпоративних інформаційних систем**

Історично склалися вимоги до корпоративних інформаційних систем, а саме:

- системність;
- комплексність;
- модульність;

- відкритість;
- адаптованість;
- надійність;
- безпека;
- масштабованість;
- мобільність;
- простота у вивченні;
- підтримка впровадження і супроводу з боку розробника.

У сучасних умовах виробництво не може існувати і розвиватися без високоефективної системи управління, що ґрунтується на найсучасніших інформаційних технологіях. Вимоги ринку, що постійно змінюються, величезні потоки інформації науково-технічного, технологічного і маркетингового характеру вимагають від персоналу підприємства, який відповідає за стратегію і тактику розвитку високотехнологічного підприємства, швидкості і точності прийняття рішень, спрямованих на отримання максимального прибутку за мінімальних витрат. Оптимізація витрат, підвищення реактивності виробництва відповідно до вимогливіших споживачів в умовах жорсткої ринкової конкуренції не можуть ґрунтуватися тільки на висновках та інтуїції навіть найдосвідченіших співробітників. Необхідний усебічний контроль над усіма центрами витрат на підприємстві, складні математичні методи аналізу, прогнозування і планування, які ґрунтуються на обліку величезної кількості параметрів і критеріїв, а також на чіткій системі збирання, нагромадження і опрацювання інформації. Екстенсивні способи вирішення цієї проблеми пов'язані з надмірним розростанням управлінського апарату. Тому перехід на сучасні технології, реорганізація виробництва і зрештою побудова КІС повинні стосуватися такого аспекта, як управління.

КІС повинна відповідати вимогам комплексності і системності. Вона повинна охоплювати всі рівні управління від корпорації, загалом, з урахуванням філій, дочірніх фірм, сервісних центрів і представництв, аж до підрозділу, ділянки і конкретного робочого місця працівника. Весь процес виробництва з погляду інформатики є неперервним процесом породження, опрацювання, зміни, зберігання і розповсюдження інформації. Кожне робоче місце (незалежно від того, чи це місце

складальника на конвеєрі, бухгалтера, менеджера, комірника, фахівця з маркетингу, технолога тощо) – це вузол, що споживає і породжує певну інформацію. Всі такі вузли зв'язані між собою потоками інформації, оформленими у вигляді документів, повідомлень, наказів, дій тощо. Отже, підприємство, яке функціонує, можна подати у вигляді інформаційно-логічної моделі, що складається з вузлів і зв'язків між ними. Така модель повинна охоплювати всі аспекти діяльності підприємства, повинна бути логічно обґрунтована і спрямована на виявлення механізмів досягнення основної мети в умовах ринку – максимального прибутку (а це, власне, стосується вимоги системності). Достатньо ефективного виконання цього завдання можливе тільки за суворого обліку максимально можливої обґрунтованої множини параметрів і можливості багатокритеріального аналізу, оптимізації і прогнозування, тобто комплексності системи.

Інформація в такій моделі має розподілений характер і може бути достатньо суворого структурована на кожному вузлі і в кожному потоці. Вузли і потоки можуть бути умовно згруповані в підсистеми, що висуває ще одну важливу вимогу до КІС – модульність побудови. Ця вимога також дуже важлива з погляду впровадження системи, оскільки дає змогу розпаралелювати, полегшити і, відповідно, прискорити процес інсталяції, підготовку персоналу і запуск системи в промислову експлуатацію. Крім того, якщо систему не створюють під конкретне виробництво, а отримують на ринку готових систем, модульність дає змогу вилучити з постачання компоненти, які не вписуються в інфо-логічну модель конкретного підприємства, або без яких на початковому етапі можна обійтися (це дає змогу заощадити ресурси).

Оскільки жодна реальна система, навіть якщо вона створюється за спеціальним замовленням, не може бути вичерпно повною і під час експлуатації може виникнути необхідність в доповненнях, наступною визначальною вимогою КІС є відкритість. Ця вимога набуває особливої важливості, якщо врахувати, що автоматизація не вичерпується тільки управлінням, а охоплює і такі завдання як конструкторське проектування і супровід, технологічні процеси, внутрішній і зовнішній документообіг, зв'язок із зовнішніми інформаційними системами (наприклад, World Wide Web), організація системи безпеки тощо.

Будь-яке підприємство існує не в замкнутому просторі, а в світі постійного змінного попиту і пропозиції, що вимагає гнучко реагувати на ринкову ситуацію, що може бути пов'язане іноді з істотною зміною структури підприємства і номенклатури виробів, що випускають, або послуг, що надають. У великих корпорацій також можуть бути віддалені підрозділи, які перебувають в зоні юрисдикції інших країн або вільних економічних зон. Це означає, що КІС повинна мати властивість адаптивності, тобто гнучко налаштуватися на різне законодавство, мати різномовні інтерфейси, уміти працювати з різними валютами одночасно.

Коли КІС експлуатується в промисловому режимі, вона стає незамінною компонентою функціонуючого підприємства, здатною у разі аварійної зупинки заблокувати весь процес виробництва і нанести величезні збитки. Тому однією з найважливіших вимог до такої системи є надійність її функціонування, тобто неперервність функціонування системи, загалом, навіть в умовах часткового виходу з ладу окремих її елементів унаслідок непередбачених і непереборних причин.

Надзвичайно велике значення для будь-якої великомасштабної системи, що містить велику кількість інформації, має безпека. Вимога безпеки передбачає декілька аспектів:

- Захист даних від втрати. Ця вимога реалізується, переважно, на організаційному, апаратному і системному рівнях.
- Збереження цілісності і несуперечності даних. Прикладна система повинна відстежувати зміни у взаємозалежних документах і забезпечувати управління версіями і поколіннями наборів даних.
- Запобігання несанкціонованому доступу до даних усередині системи. Ці завдання виконують комплексно як організаційними заходами, так і на рівні операційних і прикладних систем. Зокрема, прикладні компоненти повинні мати розвинені засоби адміністрування, що дають змогу обмежувати доступ до даних і функціональних можливостей системи залежно від статусу користувача, а також вести моніторинг дій користувачів у системі.
- Запобігання несанкціонованому доступу до даних ззовні. Вирішення цієї частини проблеми залежить в основному від апаратного і операційного середовища функціонування КІС і вимагає певних адміністративно-організаційних заходів.

Підприємство, що успішно функціонує і одержує достатній прибуток, має тенденцію до зростання, утворення дочірніх фірм і філій, які під час експлуатації КІС можуть вимагати збільшення кількості автоматизованих робочих місць, збільшення обсягів інформації, що зберігається і опрацьовується. Крім того, для компаній типу холдингів і великих корпорацій повинна бути можливість використовувати одну і ту саму технологію управління як на рівні головного підприємства, так і на рівні будь-якої, навіть невеликої фірми, яка входить у цю компанію. Такий підхід висуває вимога масштабованості.

На певному етапі розвитку підприємства зростання вимог до продуктивності і ресурсів системи може вимагати здійснити перехід на продуктивнішу програмно-апаратну платформу. Для того, щоб такий перехід не спричинив до кардинальних змін в управлінському процесі і не виправданих капіталовкладень на придбання потужніших прикладних компонент, необхідне виконання вимоги мобільності.

Простота у вивченні – це вимога, в яку входить не тільки наявність інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу програм, але і наявність докладної та добре структурованої документації, можливості навчання персоналу на спеціалізованих курсах і проходження відповідальними фахівцями стажування на підприємствах спорідненого профілю, де ця система вже експлуатується.

Підтримка з боку розробника передбачає можливості, зокрема такі:

- отримання нових версій програмного забезпечення безкоштовно або з істотною знижкою;
- отримання додаткової методичної літератури;
- консультації по гарячій лінії;
- отримання інформації про інші програмні продукти розробника;
- можливість участі в семінарах, науково-практичних конференціях користувачів і інших заходах, які проводить розробник або групи користувачів.

Природно, що забезпечити таку підтримку користувачеві здатна тільки серйозна фірма, що стабільно працює на ринку програмних продуктів і має доволі зрозумілу перспективу на майбутнє.

Під час експлуатації складних програмно-технічних комплексів можуть виникати ситуації, що вимагають оперативного втручання кваліфікованого персоналу фірми-розробника або її представника на місці. Такі ситуації називають супроводом, який передбачає:

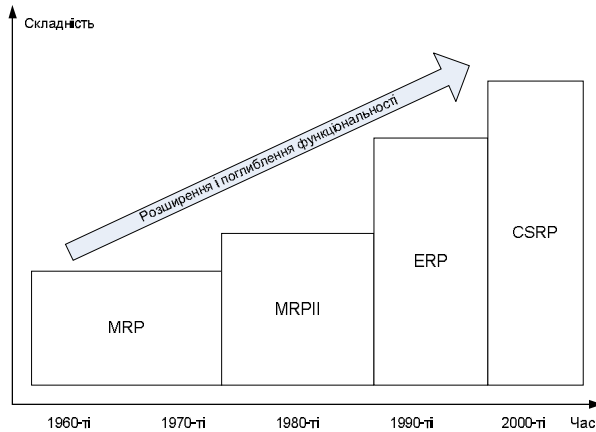
- виїзд фахівця на об'єкт замовника для усунення наслідків аварійних ситуацій;
- технічне навчання на об'єкті замовника;
- методичну і практичну допомогу за необхідності зробити зміни в систему, що не мають характер радикальної реструктуризації або нової розробки (сюди також потрібно зарахувати установку нових версій програмного забезпечення, яке отримують від розробника безкоштовно силами супроводжуючої організації, яку уповноважив розробник або силами самого розробника).

## **7.2. Архітектура корпоративних інформаційних систем**

Архітектура КІС складається з декількох рівнів:

- Інформаційно-логічний або концептуальний рівень – це сукупність потоків даних і центрів (вузлів) виникнення, споживання і модифікації інформації. Може бути поданий у вигляді моделі, на підставі якої розробляють структури баз даних, системні вимоги і організаційні правила для забезпечення взаємодії компонент прикладного програмного забезпечення.
- Прикладний рівень – це сукупність прикладних програм і програмних комплексів, які реалізують функціонування інформаційно-логічної моделі. Це можуть бути системи документообігу, системи контролю виконання завдань, системи мережного планування, бухгалтерські системи, офісні пакети, системи управління фінансами, кадрами, логістикою тощо.
- Системний рівень – операційні системи і мережні засоби.
- Апаратний – засоби обчислювальної техніки.
- Транспортний – активне і пасивне мережне устаткування, мережні протоколи і технології.

З погляду функціональних можливостей КІС переживають ту саму історію розвитку, що й моделі управління ресурсами підприємства. На рис. 7.1 показано періоди розвитку поглядів на функції КІС і характерні назви типів систем у межах кожного періоду.



*Рис. 7.1. Історія розвитку корпоративних інформаційних систем*

Варто зазначити, що система будь-якого типу об'єднує системи попередніх типів. Це означає, що системи всіх типів можуть співіснувати і сьогодні.

### **7.3. Підходи до побудови корпоративних інформаційних систем**

Існують такі основні підходи до побудови КІС:

1. Функціональний – автоматизація діяльності за структурою підприємства (тобто за ієрархічним поділом на підрозділи).
2. Процесний або документообіговий – автоматизація діяльності за циклами (ланцюжками) опрацювання інформації.
3. Матричний – автоматизація діяльності на точках дотику підрозділів та процесів документообігу, тобто цей підхід поєднує два попередні.
4. Фінансовий (бюджетування).

Функціонально-орієнтоване управління підприємством має такі ознаки:

- Роз'єднаність цілей підрозділів, незбіг приватних інтересів підрозділів з цільовими завданнями підприємства.
- Потенційна конфліктність стосунків між підрозділами.

Однією з ключових проблем у наявних системах управління є домінування функціонального управління в організаціях, що породжує багато труднощів. Функціональні структурні підрозділи безпосередньо не зацікавлені в загальних результатах, оскільки система оцінювання їхньої діяльності традиційно відірвана від результативності роботи підприємства загалом. Руйнівна конкуренція між ними – результат відокремленого становища кожного підрозділу усередині підприємства. На практиці це переходить в постійні конфлікти між співробітниками бухгалтерії, фінансового і планово-економічного відділів, між відділом збуту і виробництвом, між виробництвом та інженерними службами, між конструкторами і технологами тощо. У функціонально-орієнтованих організаційних структурах надто ускладненим є обмін інформацією між різними підрозділами. А актуальна інформація є базовим чинником ухвалення ефективного управлінського рішення. Також у функціонально-орієнтованих структурах працівники підрозділів не орієнтовані на цільові завдання підприємства. Тому руйнівні наслідки цього підходу особливо виявляються в умовах кризи (наприклад, у разі істотних затримок виплати зарплати).

Отже, перевагою функціонального підходу є запізнення з реалізацією неправильних рішень. Недоліками цього підходу є:

- неузгодженість дій між окремими підрозділами;
- понижений рівень достовірності і значні затримки в передаванні інформації;
- непотрібність певних функцій;
- наявність бюрократії.

Процесний (або документообіговий) підхід ґрунтується на тому, що реальна робота не рухається вздовж функціональної ієрархії підприємства (такий маршрут мають лише доручення керівництва, інформація з ухвалення рішень і накази), а складається з набору ділових процесів, які переважно не мають єдиного відповідального.

Визначення 7.2. Діловий процес (бізнес-процес, Business Process) – це логічно закінчений набір етапів роботи, який підтримує діяльність підприємства і реалізує його політику, скеровану на досягнення поставлених цілей.

Як правило, набір ділових процесів для кожного підприємства є унікальним. Тому проблема полягає в їхньому впорядкуванні і

організації управління. Великі потенційні переваги управління діловими процесами полягають в тому, що робота стає ефективнішою, оскільки переходить від одного фахівця до іншого, від одного підрозділу до іншого з меншою кількістю помилок і затримок, а вимоги клієнта задовольняються вчасно (що практично неможливе під час функціонально-орієнтованого управління). Варто також наголосити на простоті проведення оптимізації як самих процесів з погляду їхньої організації, синхронізації, взаємної узгодженості, так і ресурсів, які процеси використовують (особливо це стосується людських ресурсів). Тобто необхідність використання процесного підходу в управлінні підприємством стає все очевиднішою. Впровадження такого підходу вимагає усвідомленої реорганізації діяльності підприємства на основі принципів процесно-орієнтованого управління. Подібна реорганізація вимагає певної технології переходу від наявної системи до нової, що відповідає поставленим цілям, а також впровадження сучасних інформаційних технологій.

Отже, процесний підхід має такі переваги:

- націленість дій працівників на остаточний результат;
- постійне підвищення ефективності роботи за рахунок саморегулювання;
- зменшення часових затримок;
- гнучкість.

Недоліками процесного підходу є:

- несприйняття працівниками через конкуренцію між ними;
- підвищення ризику прийняття неефективних рішень через відсутність бюрократії.

Матричний підхід поєднує в собі функціонально-орієнтований і процесно-орієнтований підходи. Відповідальність за виконання завдання покладена на виконавців бізнес-процесу, а відповідальність за контроль якості, за вчасність етапів цього бізнес-процесу беруть на себе учасники різних функціональних груп. Матричний підхід передбачає додаткові витрати на узгодження всіх етапів бізнес-процесу, тому може бути використаний в критичних секціях управління підприємством, тобто тоді, коли помилкове рішення управління приводить до катастрофічних наслідків.

Отже, матричний підхід має такі переваги:

- інертність реалізації неправильних рішень;

- націленість дій працівників на остаточний результат;
- постійне підвищення ефективності роботи за рахунок саморегулювання;
- гнучкість.

Недоліком матричного підходу є додаткові витрати.

Фінансовий підхід до побудови КІС ґрунтується на понятті бюджетування.

Визначення 7.3. Бюджетування – це важливий елемент системи управління підприємством, який за змістом є технологією планування, обліку, контролю й аналізу фінансових, інформаційних і матеріальних потоків, а також отриманих результатів.

Бюджетування використовують тоді, коли виникає необхідність пошуку способів зниження й побудови раціональної структури витрат у межах окремих ділових одиниць (бізнес-одиниць, Business Unit), а також визначення їхньої прибутковості. Під діловою одиницею розуміють групи продукції, працівників, структурних підрозділів тощо.

Впровадження технології бюджетування починається зі створення системної бази для формалізованого підходу до побудови фінансової структури. Розробляється система об'єктивних критеріїв, яка дає змогу встановлювати фінансовий статус бізнес-одиниць. На основі статусу бізнес-одиниць формують фінансову структуру і створюють об'єктивну базу для розроблення регламентів бюджетування. Від коректності побудови фінансової структури доволі сильно залежить ефективність роботи підприємства, загалом. Далі, після вироблення регламентів бюджетування визначається скінченний набір рішень, для яких встановлюються переваги і недоліки. Аналіз співвідношення між перевагами і недоліками дає змогу прийняти остаточне рішення у достатньо короткий термін і мінімізувати грошові витрати організації.

Отже, перевагами фінансового підходу є:

- ефективна система управління фінансами;
- оптимізація доходів і витрат як загалом по підприємству, так і по окремих ділових одиницях;
- формування системи мотивації праці та введення системи повного господарського рахунку.

Також фінансовий підхід має такі недоліки:

- несприйняття працівниками через конкуренцію між діловими одиницями;
- зростання навантаження на працівників;
- помилки у визначенні фінансового статусу окремих бізнес-одиниць може привести до формування неправильної фінансової структури підприємства, а отже, до пониження його роботи.

Очевидно, що фінансовий підхід до побудови КІС безпосередньо не є прийнятним для більшості підприємств і установ. Тому, звичайно, його впровадження пов'язане з поєднанням з іншими підходами.

## **7.4. Особливості функціонування корпоративних інформаційних систем**

В умовах ринкової економіки основною функцією будь-якого підприємства є випуск продукції або надання послуг з метою отримання економічних результатів від реалізації цієї продукції. Центральне місце серед завдань управління з цього погляду займає отримання прибутків від результатів основної діяльності підприємства.

У загальному випадку, кінцевий успіх підприємства залежить від багатьох чинників, частина з яких не піддається строгій формалізації. Наявність ІС, яка автоматизує опрацювання інформації, є лише однією з необхідних компонент, які визначають кінцевий успіх підприємства. Однак основним чинником успішності підприємства у сучасному інформаційному суспільстві є здатність якнайшвидше зібрати інформацію, опрацювати і проаналізувати її.

Тому КІС повинна задовольняти такі основні вимоги до її реалізації:

- охоплення всього спектра типових виробничо-економічних функцій;
- незалежність від сфери діяльності підприємства (можливість застосування на виробничих підприємствах, у торгівлі і сфері державної служби);
- модульний принцип побудови компонент системи і їхня повна інтегрованість на рівні єдиної бази даних;
- дотримання єдиного інтерфейсу користувача для всіх виконуваних завдань;

- орієнтація всіх завдань, що входять у систему, на підтримку загального процесу управління підприємством, наскрізна інтеграція всіх компонент системи;
- забезпечення гнучкого налагодження інформаційних масивів, алгоритмів виконання типових господарських операцій і вихідних форм бухгалтерських звітів на специфіку конкретного підприємства (організації);
- надання користувачам простого інструментарію для самостійного розвитку можливостей системи;
- можливість використання в обчислювальних мережах локального і глобального характеру;
- реалізація підтримки розподілених баз даних для забезпечення інформаційної взаємодії багатофісних корпорацій і територіально видалених філій;
- використання рішень, що не вимагають високої кваліфікації від системних адміністраторів, які відповідають за підтримку експлуатації системи.

В основі моделі побудови КІС повинні бути такі концептуальні положення:

- всі взаємодії між юридичними суб'єктами (організаціями) зводяться до підписання і реалізації операцій купівлі-продажу. Тоді одна із сторін є продавцем, інша – покупцем. Предметом операції може бути товарно-матеріальна цінність, робота, послуга або їхня комбінація;
- здійснюючи будь-які заходи (дій, операцій) в межах основної діяльності, тобто у разі здійснення будь-якої господарської операції формується документ, що підтверджує цю операцію. Сукупність операційних документів утворює відповідний документообіг;
- робота більшості рядових користувачів комплексу полягає в реєстрації вхідних або формуванні вихідних документів, які підтверджують виконання господарської операції;
- за чітко налагодженої організаційної схеми виробництва робіт (технології) в програмному комплексі кожен виконавець чинить відповідно до інструкції, отримуючи інформацію обсягом, необхідному і достатньому для здійснення своїх посадових обов'язків.

У результаті роботи всіх користувачів комплексу відбувається наповнення БД підприємства (організації) оперативною інформацією

про перебіг виконання конкретних господарських операцій, що належать до різних напрямів діяльності. Опрацювання оперативної інформації дає змогу оцінити ефективність функціонування підприємства за різними напрямами господарської діяльності.

Адміністрація організації, використовуючи КІС для управління виробничими процесами, отримує можливість:

- оперативного управління фінансами;
- контролю за виконанням договірних відносин;
- контролю взаємних зобов'язань;
- контролю і управління складськими запасами;
- формування і контролю бізнес-плану;
- планування і обліку виконання внутрішнього бюджету.

Адміністратор системи, використовуючи комплекс, повинен мати можливість:

- здійснювати експорт-імпорт даних для доступу до баз даних інших програмних продуктів і для доступу інших програмних продуктів до бази даних системи; для цього повинен бути наданий повний опис структури бази даних і рекомендації щодо технології організації обміну;
- здійснювати налаштування прав доступу для конкретних користувачів до завдань системи; під час цього налаштування системний адміністратор може встановити парольний захист і визначити для кожного користувача права доступу до завдань і таблиць бази даних системи. У разі від'єднання користувача від якого-небудь завдання або обмеження прав доступу до таблиць бази даних він може бути позбавлений можливості корекції відповідних даних або навіть можливості їхнього перегляду;
- здійснювати налаштування класифікаторів, каталогів і довідників системи;
- здійснювати налаштування параметрів для засобів групової роботи (налаштування адресних даних, електронної пошти тощо).

## **7.5. Структура корпоративних інформаційних систем**

Завдання, на виконання яких повинна орієнтуватися КІС, можна умовно поділити на п'ять функціональних контурів:

- контур адміністративного управління;
- контур оперативного управління;
- контур бухгалтерського обліку;
- контур управління документообігом;
- контур адміністратора системи.

Контур адміністративного управління містить:

- КАДРИ – облік і управління кадрами.
- МАРКЕТИНГ – аналіз ринку товарів і послуг, виробники, ціни, реклама, конкуренти, цінова політика, канали збуту, аналіз товарообігу.
- ПЛАНУВАННЯ – календарно-мережеве господарське планування заходів та ресурсів, фінансове планування і управління.
- АНАЛІЗ ФІНАНСОВОЇ І ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ – розрахунок економічних показників, аналітичний баланс.

Контур оперативного управління передбачає:

- УПРАВЛІННЯ ЗАКУПІВЛЯМИ І ПРОДАЖАМИ – постачання (управління закупівлями, ведення договорів, опрацювання замовлень), збут і реалізація продукції, послуг, робіт (управління продажами, ведення договорів, опрацювання замовлень), управління бартерними операціями, управління розрахунків з постачальниками і споживачами, контроль виконання договорів, облік зобов'язань та штрафних санкцій, внутрішні складські операції, роздрібна торгівля з використанням інтелектуальних касових апаратів та іншого торгового устаткування, управління виробництвом, оперативна та аналітична звітність.

Контур бухгалтерського обліку об'єднує:

- БУХГАЛТЕРСЬКИЙ ОБЛІК – касові операції, фінансово-розрахункові операції, облік матеріальних цінностей, облік швидкозношуваних матеріалів, основні засоби і нематеріальні активи, зарплата, дебітори/кредитори, зведена бухгалтерська звітність.

Контур управління документообігом об'єднує:

- ДІЛОВОДСТВО – управління документообігом, регламент і контроль виконання.

Контур адміністратора системи містить:

- ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ – засоби розмежування доступу до системи і даних, реєстрація дій користувачів, відновлення баз даних,

підтримка корпоративного обміну даними, експорт/імпорт даних, текстовий редактор, засоби генерації і модифікації звітів, інтерфейсів та екранних форм користувача, пакет ділової графіки.

Контур адміністративного управління повинен містити функції управління підприємством: маркетинг, планування, фінансовий аналіз, кадри.

До контуру оперативного управління можна зарахувати завдання, безпосередньо пов'язані з реалізацією виробничих планів підприємства: постачання, збут, складський облік, торгівля.

Контур бухгалтерського обліку повинен об'єднувати завдання, що виконуються безпосередньо в бухгалтерії підприємства.

Контур управління документообігом призначений для ведення архіву документів, а також для організації спілкування користувачів під час вирішення виробничих проблем.

У контурі адміністратора системи повинні бути відображені функції з супроводу системи.

### *7.5.1. Контур адміністративного управління*

Підсистема “Облік і управління кадрами” повинна мати безпосередній зв'язок з розрахунком заробітної плати і реалізовувати, крім стандартних функцій, такі можливості для керівника:

- аналіз кадрового складу співробітників підприємства;
- управління штатним розкладом, розроблення нової організаційної структури підприємства;
- аналіз розміру виплат за різними статтями і за певний період часу для різних підрозділів чи працівників;
- управління заробітною платою, яку нараховують працівникам;
- ведення секретних (захищених від перегляду сторонніми особами) дос'є і позначок на окремих працівників (наприклад, можна планувати кадрові переміщення);
- облік і організація технічної і професійної підготовки кадрів;
- формування широкого спектра запитів до бази даних і отримання відповідних звітів з можливістю впорядкування, групування і агрегування даних.

Під терміном “маркетинг” прийнято розуміти одну з систем управління підприємством, що ґрунтується на комплексному обліку і прогно-

зуванні процесів, які відбуваються на ринку, і, спрямовану на отримання максимального прибутку від виробництва та збуту товарів і послуг.

Система Маркетинг повинна мати такі основні можливості:

- ведення розширеної інформації про товари, типові послуги;
- реєстрація і опрацювання контактів з потенційними постачальниками;
- управління каналами збуту;
- аналіз ринку рекламних послуг, планування рекламних компаній, розміщення реклами, аналіз ефективності рекламних вкладень;
- збір і опрацювання незалежних відгуків;
- ведення досьє на фірми-конкуренти і товари-аналоги;
- аналіз ринку пропозицій, управління ціновою політикою;
- контроль життєвого циклу товарів, аналіз сегментів ринку;
- реєстрація серійних продажів, облік реклаमाцій, гарантій;
- маркетинговий аналіз збуту в розрізах за каналами збуту, товарами, групами товарів (послуг), напрямками реалізації.

Типова процедура планування економічних результатів починається зі складання бізнес-плану (фінансового плану), який потім розгортають в оперативно-календарний план. Цей план допомагає перевести цілі в конкретні виробничі плани.

Технологія виконання завдань планування в системі дозволяє розпочинати планування як зі складання календарного плану господарських заходів, так і з формування фінансового плану, пов'язуючи пункти фінансового плану з пунктами господарського плану. Реалізація завдання планування в системі повинна мати такі особливості:

- необмежена кількість рівнів ієрархії під час складання плану;
- для кожного пункту господарського плану може бути визначений детальний список ресурсів, необхідних для його виконання; за всіма задіяними ресурсами можна розрахувати загальний баланс;
- для складеного плану забезпечити реєстрацію ходу його виконання; реальний стан виконання фінансового плану можна отримати рознесенням (прив'язуванням) наявних фінансових документів, які формуються у разі виконанні завдань матеріально-технічного постачання, збуту тощо;
- ступінь деталізації календарного і фінансового планів може бути доведений до рівня підрозділів і окремих відповідальних осіб;

- за результатами планування повинні виходити графічні і табличні звіти, що дозволяють аналізувати стан справ з різним ступенем агрегації рівнів ієрархії пунктів плану і за різними розрізами.

Реалізація системи Фінансовий аналіз повинна бути спрямована на забезпечення керівника набором наочних форм (переважно графічних) для швидкого огляду фінансового стану підприємства. Інформація витягають з даних, які формують оперативні підрозділи під час виконання покладених на них функцій (продажів, розрахунків з постачальниками, оплати праці співробітників тощо) і зафіксованих бухгалтерських документів. Керівник повинен мати можливість вибору інтервалу часу, за який його цікавить інформація, і складу аналізованої інформації (реалізація, прибуток, інвестиції, витрати, використання власних і залучених засобів, загальний баланс тощо).

До основних можливостей системи можна зарахувати:

- побудову балансу-нетто, активи за балансом нетто, пасиви за балансом-нетто;
- аналіз фінансової стійкості;
- аналіз оборотності;
- аналіз ліквідності;
- аналіз рентабельності;
- аналіз джерел оборотного капіталу;
- структура пасивів і активів.

### *7.5.2. Контур оперативного управління*

До контуру оперативного управління системи можна зарахувати завдання, безпосередньо пов'язані з реалізацією виробничих планів підприємства. Серед цих завдань можна виділити актуальні для всіх типів організацій (постачання, збут, складський облік, розрахунки з організаціями) і ті, які характерні тільки для специфічних організацій. Наприклад, операції з консигнаційним товаром і проблеми роздрібної торгівлі потрібно вирішувати для підприємств торгівля, управління термінальними операціями – для великогуртових баз. Завдання техніко-економічного планування і технічної підготовки виробництва орієнтовані на діяльність, пов'язану з виготовленням промислової продукції.

Стандартні функції підрозділу, який відповідає за закупівлі необхідних підприємству товарів і матеріалів, зазвичай передбачають:

- ведення картотеки пропозицій потенційних постачальників;
- відстежування вимог (заявок), що надходять від інших підрозділів, на придбання;
- складання плану закупівель відповідно до укладених договорів і довгострокових контрактів;
- вибір конкретного постачальника і формування замовлення на постачання;
- реєстрація документів, на підставі яких купують (рахунки, договори, контракти, гарантійні листи);
- оформлення довіреності на отримання, розподіл матеріальних цінностей по складах;
- контроль стану договорів і платіжних документів на придбання (оплачено/неоплачено/прострочено);
- отримання різних звітів в розрізі необхідної номенклатури, партій, груп і класифікації, які використовують у системі.

Функції відстежування пропозицій постачальників, планування закупівель і вибору постачальника можуть бути виконані засобами завдання “Маркетинг”. Отримання і відстежування заявок на придбання повинні забезпечуватися завданням “Управління документообігом”. Крім того, заявки на постачання продукції можливо вести також і в модулі “Управління закупівлями”, використовуючи у вигляді заявок документи, які перебувають в стані “Оформлення”.

Для кількісного контролю стосунків з постачальниками рекомендується використовувати модуль “Розрахунки з постачальниками і одержувачами”.

Безпосередньо у модулі “Управління закупівлями” повинні бути зосереджені операції з роботи з конкретними документами на придбання.

Інтеграція підсистеми “Управління закупівлями” зі складським обліком і плануванням виробництва дає змогу відстежувати встановлені рівні нормативних запасів (матеріалів, комплектуючих, товарів), виявляти дефіцит і продукцію, яка не має попиту (неліквіди).

Під час реалізації підсистеми управління закупівлями можуть виникати різні особливості, наприклад:

- управління експедицією, формування довіреності;
- використання нематеріальних позицій (послуг) в документах на закупівлю;

- автоматизований розподіл товарів по складах;
- облік партій товарів, які купуються, відстежування термінів зберігання, термінів дії ліцензій і сертифікатів;
- ведення комплектів, операції з закупівлі комплектів – реєстрація фактичних операцій зі закупівель;
- підтримка повної інтеграції із системою “Розрахунки з постачальниками і одержувачами”;
- підтримка різних валют і міжнародних закупівель;
- облік митних зборів, транспортних і інших витрат під час обчислення облікової вартості конкретних виробів, які купують.

Підсистема повинна надавати можливість отримувати такий набір стандартних звітів:

- звіти про матеріали, що купують, і виробу в розрізі груп, партій, зовнішньої класифікації;
- звіти про зареєстровані прихідні накладні;
- аналітичний звіт по постачальниках;
- звіт про стан замовлень на закупівлю;
- звіт про отримані, але не сплачені вироби;
- звіт про невідповідність у закупівлях.

Інтерфейс програмного модуля управління продажами реалізується, як правило, аналогічно до інтерфейсу модуля “Управління закупівлями”.

Новим елементом інтерфейсу підсистеми “Управління продажами” є функція формування відпускних цін. Програмний комплекс повинен давати змогу створювати і підтримувати довільну кількість різних прайс-листів. Так, окремі прайс-листи можна мати для великогуртової і дрібногуртової торгівлі, для роздрібних продажів, на окремі групи товарів і послуг тощо. Прайс-лист формують вручну або автоматично, розраховуючи передбачувану ціну реалізації накладенням на облікову ціну систему торгових націнок (знижок) і порядок оподаткування.

До особливостей реалізації підсистеми управління продажами можна зарахувати такі можливості:

- довільна кількість позицій у документі на продаж;
- облік типу оподаткування у разі оформлення документа;
- гнучка можливість зміни цін оперативною корекцією прайс-листів;

- використання нематеріальних позицій (послуг) в документах на продаж;
- автоматичне призначення номерів документам на продаж з можливістю їхньої корекції користувачем;
- можливість формувати документ у національній або будь-якій із зареєстрованих валют;
- можливість коригування курсу валюти безпосередньо під час формування документа;
- можливість ведення продажів наборами (комплектами) товарів і послуг;
- динамічний контроль наявності товарів на складі під час виписування рахунка;
- можливість оформляти рахунки для відсутніх у наявності товарів (варіант передоплати);
- автоматичне або ручне резервування товару на складі під час виписування документа і гнучке управління резервом;
- можливість управляти вибором складу, з якого повинно відбутися відвантаження;
- можливість автоматично оформляти накладну з виписаного документа-підстави;
- контроль повторних спроб оформити накладну на відпуск з вже виконаного документа-підстави;
- можливість автоматично списувати товар на складі під час оформлення накладної на його відпуск;
- автоматична фіксація всіх операцій з матеріальними цінностями та реалізації послуг у бухгалтерському контурі.

Підсистема повинна надавати можливість отримувати такий набір стандартних звітів:

- друк реєстру накладних;
- звіти про стан документів підстав на продаж (у виконання, прострочені, сплачені тощо);
- звіти про реалізовані товари в розрізі груп, партій, зовнішньої класифікації, одержувачів;
- звіт про невідповідність між накладними на продаж і витратними складськими ордерами.

Підсистема Складський облік за виконуваними функціями тісно пов'язана із завданнями постачання і збуту.

Основні можливості підсистеми складського обліку у всіх системах приблизно однакові:

- введення (формування) витратних і прибуткових накладних;
- автоматизований розподіл товарів по складах;
- управління операціями приймання товарів, формування актів неузгоджень (комерційних актів);
- формування прибуткових і витратних складських ордерів, розподіл за матеріально-відповідальними особами;
- операції внутрішнього переміщення;
- операції відпуску у виробництво;
- операції списання, вибуття;
- динамічний перерахунок складських залишків;
- облік партій товарів, контроль термінів зберігання партій, термінів дії сертифікатів (ліцензій);
- ведення облікових цін і списання за методом середньозважених цін, LIFO (Last In, First Out – останній прийшов, перший пішов), FIFO (First In, First Out – перший прийшов, перший пішов);
- формування реєстрів складських документів, що пройшли опрацювання;
- формування оборотних відомостей руху за період в розрізах: склад, група продукції, партія продукції, вид операції тощо;
- формування відомостей залишків продукції на будь-яку дату в розрізах: склад, група продукції, партія продукції, вид операції, тощо;
- контроль неліквідів, наднормативів, дефіцитних позицій, прогноз дефіцитів;
- проведення інвентаризації, формування відомості фактично виявлених залишків, відомості для звірення за підсумками інвентаризації, розрахунок оборотних відомостей руху за позиціями, які є неузгодженими.

Розрахунки з постачальниками і одержувачами – це універсальна компонента, призначена для повного кількісного контролю і управління розрахунками за зобов'язаннями, що виникають під час товарних (послужових) стосунків з контрагентами (партнерами).

Основними можливостями такої підсистеми зазвичай є:

- формування реєстру господарських і фінансових операцій з контрагентами;
- спеціальний режим прив'язки фінансових платіжних документів до договорів і супровідних документів;
- автоматична генерація шаблонів платіжних документів за документом-підставою;
- розрахунок сальдо і складання платіжного балансу за контрагентом;
- кількісний контроль розрахунків з контрагентами;
- аналітика відносин з постачальниками за взаємними заборгованостями в розрізі періодів, договорів, груп договорів, конкретної продукції, груп продукції;
- аналітика відносин з одержувачами по взаємних заборгованостях в розрізі періодів, договорів, груп договорів, конкретної продукції, груп продукції;
- контроль виконання договорів (етапів) за агрегованими кількісними і номенклатурними показниками за датами (дата оплати, сповіщення про оплату, дата надходження, дата відвантаження або самовивезення, дата передавання транзитеру, контроль проходження вантажів за маршрутом тощо);
- нарахування і облік штрафів (неустойок і пені) за невиконані зобов'язання за окремим договором, групою договорів, загалом по організації;
- прогноз критичних ситуацій з виконання зобов'язань.

Під консигнаційними операціями розуміється приймання або передавання товару з регламентним відстроченням платежу у міру реалізації. Подібна підсистема зазвичай надає такі можливості:

- оформляти документи на приймання або передавання консигнаційного товару;
- передавати на консигнацію комплекти товарів;
- оформляти накладні на прийом або повернення консигнаційного товару;
- формувати довіреність для отримання консигнаційного товару;
- управляти розрахунками з реалізації консигнаційного товару;
- отримувати відомості з реалізації і відомості залишків консигнаційного товару (у національній валюті та в інших валютах);

- контролювати відповідність накладних і ордерів;
- враховувати розрахунки між резидентами і консигнаторами;
- отримувати звіти з виконуваних документів-підстав на приймання або відпускання консигнаційного товару.

Стандартними звітами модуля “Консигнація” є:

- звіти по залишках товарів, прийнятих на консигнацію (у національній валюті та в інших валютах);
- звіти (графічні і табличні) з реалізації консигнаційних товарів (зведені відомості, обсяги продажів по кількості, продажі у валюті, у розрізі партій);
- звіти з реалізації товарів, відпущених на консигнацію в розрізах виконуваних договорів, контрагентів, товарів;
- звіт про невідповідність в накладних на продаж консигнаційних товарів і витратних складських ордерів.

Підсистема “Управління термінальними (транзитними) операціями” – це варіант виконання завдання складського обліку для великих терміналів, таких, як митні склади, морські порти, термінали залізниць, великогуртові бази, транзитні склади тощо.

До основних особливостей такої підсистеми можна зарахувати:

- ведення внутрішньої інфраструктури складських приміщень (склад, секція, бокс, осередок, полиця тощо);
- ведення розширених характеристик елементів зберігання (ємність, категорія зберігання, місцерозташування тощо);
- класифікація елементів інфраструктури за ресурсами зберігання;
- введення (формування) і опрацювання транзитних накладних;
- формування прибуткових і витратних ордерів на транзитні вантажі;
- автоматизоване розміщення з прив’язкою до місць зберігання;
- формування маршрутних листів на доставку;
- управління внутрішньоскладськими переміщеннями;
- формування відомостей наявності і розміщення;
- формування оборотних відомостей руху;
- управління і контроль регламенту транзитних операцій, розрахунок штрафів, контроль виконання;
- автоматизований розрахунок вартості транзитних операцій.

Модуль Роздрібна торгівля (робота з торговим обладнанням) призначений для комплексної автоматизації товарно-грошового обліку і

оперативного аналізу стану продажів у реальному часі на основі спеціалізованого торгового устаткування.

Установка на робочих місцях касирів замість традиційних касових апаратів, об'єднаних у мережу спеціалізованих касових терміналів з вбудованими принтерами дозволяє оптимально організувати управління продажами.

Касири у разі такої автоматизації мають такі зручності:

- не треба більше пам'ятати вартість кожного товару, оскільки ціна витягується з прайс-листа під час ідентифікації товару;
- є можливість автоматичної ідентифікації товару за його штрих-кодом за допомогою сканера;
- завжди відомо про наявність/відсутність того або іншого виду товару в кожному відділі і кількість готівки в касі;
- за наявності пристроїв, що прочитують кредитні картки, можна обслуговувати відповідну категорію клієнтів;
- спрощуються операції приймання/здавання зміни.

Переваги завідувача торгового залу полягає в такому:

- у будь-який момент часу він може отримати необхідну інформацію про продажі по відділах, товарах, готівці, що є в кожній касі, залишках товарів у відділах і на складі тощо;
- з'являється можливість гнучкого управління ціновою політикою: для корекції цін досить скоректувати прайс-лист і скерувати повідомлення у відділи про заміну цінників (каси отримають новий прайс-лист автоматично);
- маючи зведення про темпи продажів різних товарів і їхні залишки, можна вчасно проводити замовлення на постачання, не допускаючи перебоїв у торгівлі;
- для розв'язання різних ситуацій у розпорядженні завідувача є архів виданих і сторнованих чеків, архів виконаних прибуткових і витратних операцій, реєстри і журнали кожної каси.

Контрольно-касові апарати (ККА) можна під'єднуватися до системи двома способами:

- в режимі off-line;
- в режимі фіскального реєстратора

У режимі off-line ККА дає змогу автоматизувати облік товарів, що продаються через ККА, з використанням додаткової програми

обслуговування – драйвера ККА, за допомогою якої ККА інтегрується з системою автоматизації. Обмін даними між системою і ККА проводиться через проміжну базу даних, що створює драйвер. При цьому система вивантажує в проміжну базу дані про товари і завантажує дані про продажі, що сформував драйвер ККА.

Використовуючи касовий апарат як фіскального реєстратор, всю роботу з оформлення продажів виконують на комп'ютері в системі автоматизації, а ККА друкує касовий чек і проводить відповідну суму через фіскальну пам'ять. Для орієнтації на конкретні моделі ККА можна використовувати різні додаткові компоненти системи.

При комплексному підході до обліку в системі можуть бути використані і інші спеціалізовані торгові пристрої.

Інформацію про товари для системи автоматизації можна отримувати за допомогою сканера штрих-кодів. Принтери штрих-кодів використовують у технологіях штрихового кодування підприємства і дозволяють отримувати наклейки з штрих-кодом, текстом і різною графікою.

Дисплеї покупця використовують для демонстрації різної текстової інформації – назви товару, його вартості, суми пробиваного чека або інформації рекламного характеру в режимі рухомого рядка.

POS-термінал (Point Of Sale) найчастіше є комплексом з комп'ютера, невеликого монохромного екрана, спеціальної клавіатури, принтера чеків, дисплея покупця і грошового ящика. Різні компоненти цього комплексу можна об'єднати в єдиному корпусі, або ж вони можуть бути присутніми у вигляді окремих пристроїв. На комп'ютері POS-терміналу встановлена операційна система і програма, яка слугує робочим середовищем для касира.

Електронні ваги застосовують для автоматизації вимірювання ваги під час різних торгових і складських операцій, а також під час побудови комплексів створення етикеток вагових товарів. Термінали збирання даних використовуються для автоматизації обліку товарів на різних торгових підприємствах, наприклад, для проведення інвентаризації, приймання і продажу товарів.

До більшості автоматизованих систем, які належать до класу фінансово-економічних систем, входять компоненти, що є уніфікованими і призначеними для експлуатації в організаціях (корпораціях) будь-якого професійного спрямування. Останнім часом все більший

інтерес виявляється до спеціалізованих модулів, що автоматизують технологічні процеси управління виробництвом промислової продукції. До класичних завдань традиційних автоматизованих систем управління (АСУ) виробництвом належать:

- технічна підготовка виробництва;
- техніко-економічне планування.

Зазначені завдання можна достатньо легко розробити для промислових підприємств, що характеризуються такими параметрами:

- дискретний характер виробництва;
- серійний, дрібносерійний, одиничний характер виробництва;
- наявність нормативного методу обліку;
- наявність специфікованих за деталями норм витрат матеріалів;
- наявність післяопераційних технологічних процесів.

Програмний модуль “Технічна підготовка виробництва” призначений для використання в конструкторських відділах, службах технічної документації, технологічних і планово-економічних службах підприємства. Технічна підготовка виробництва виконується під час освоєння виробів у серійному виробництві і під час підготовки до запуску кожного замовлення в одиничному виробництві. Якість і повнота технічної підготовки виробництва визначає зрештою якість планування і управління виробництвом. Цей модуль виконує такі завдання:

1. Конструкторська підготовка виробництва:

- підтримка (формування і ведення бази даних) номенклатури виробів;
- підтримка складу виробів (конструкторських специфікацій);
- підтримка повідомлень про конструкторські зміни.

2. Технологічна підготовка виробництва:

- підтримка специфікованих за деталями норм витрат матеріалів у розрізі технологічних операцій;
- підтримка післяопераційних технологічних процесів;
- підтримка повідомлень про технологічні зміни.

3. Розрахункові функції:

- поділ виробів на окремі вузли;
- розрахунок потреб в матеріальних ресурсах;
- розрахунок потреб в трудових ресурсах;

- розрахунок потреб в устаткуванні, оснащенні, інструменті (у розрізах підприємства, підрозділу, виробу, групи продукції, виробничої програми, замовлення, плану виробництва).

Програмний модуль “Техніко-економічне планування” призначений для використання в планово-економічних службах і планово-диспетчерських службах підприємства і повинен виконувати такі завдання:

- розрахунок планової калькуляції собівартості продукції;
- розрахунок зведення витрат на виробництво;
- планування витрат на виробництво (у розрізах центрів їх виникнення);
- розрахунок потреб на виробництво;
- формування портфеля замовлень (під час планування за замовленнями);
- формування плану (виробничої програми) випуску продукції;
- перерахунок виробничих показників у разі зміни плану;
- оцінка здійсненності виробничої програми;
- формування збалансованого за ресурсами плану (баланс потужностей);
- прогнозування змін собівартості;
- контроль і облік фактичного виконання планових показників;
- облік і контроль фактичних витрат на виробництво;
- аналіз відхилення витрат від планових показників;
- контроль незакінченого виробництва.

### *7.5.3. Контур бухгалтерського обліку*

Концепція автоматизованої системи припускає чітке розмежування функцій між фахівцями оперативних підрозділів і бухгалтерією. Всі документи, сформовані в контурі оперативного управління у разі виконання закупівель, продажів, приймання і відпускання товарів, вважаються первинними і для обліку в головній книзі і інших бухгалтерських звітах має провести за рахунками бухгалтерського обліку фахівець з бухгалтерії. Для автоматизації виконання проводок у системі рекомендується створити каталог типових господарських операцій і визначити зміст проводок за рахунками для кожної господарської операції. Типовий опис проводок складається з:

- номерів тих, що кореспондують по дебету і кредиту рахунків і їх субрахунків;
- відсотку суми проводки щодо ключової суми типової господарської операції або складної формули для розрахунку суми проводки;
- ознаки входження суми цієї проводки в загальну суму по документу.

Основні завдання бухгалтерського обліку в більшості автоматизованих систем виконані достатньо детально і мають однакову структуру. У них забезпечується введення первинних документів, на підставі яких формуються необхідні звіти. Типовими підсистемами бухгалтерського обліку є:

- касові і фінансово-розрахункові операції;
- облік матеріальних цінностей і малоцінних швидкозношуваних предметів;
- розрахунок зарплати;
- облік основних засобів і нематеріальних активів;
- головна книга, баланс.

Всю сукупність бухгалтерської звітності можна розділити на три класи:

1. Бухгалтерська звітність для внутрішнього використання.
2. Вихідна бухгалтерська звітність.
3. Розрахунки економічних показників.

До бухгалтерської звітності для внутрішнього використання належать такі види документів:

- відомості щоденного обліку для будь-якого рахунку;
- групувальні відомості;
- оборотні відомості в розрізі будь-якого рахунку (за звітний період, за довільний інтервал часу) та структурних підрозділів;
- відомості аналітичного обліку;
- журнал (книга) господарських операцій;
- головна книга;
- відомості за розрахунком курсової різниці;
- відомості з обліку праці і зарплати;
- відомості з обліку основних засобів і нематеріальних активів;
- відомості з обліку матеріальних цінностей і малоцінних швидкозношуваних предметів;

Вихідна бухгалтерська звітність об'єднує:

- баланс підприємства (організації);
- додатки до балансу за розрахунками податків, витрат на оплату праці тощо.

Розрахунки економічних показників об'єднують:

- аналітичний баланс;
- розрахунок рентабельності;
- розрахунок стійкості;
- розрахунок оборотності;
- розрахунок ліквідності.

Підсистема “Управління документообігом” призначена для ведення архіву повнотекстових документів: договорів, листів, наказів, протоколів нарад тощо, а також для організації спілкування користувачів мережі під час виконання виробничих завдань. Наповнення архіву може складатися з відсканованих і підготовлених в різних текстових редакторах документів. Основні функції підсистеми:

- налаштування форм документів, копіювання, виведення на екран і друк окремих фрагментів;
- підготовки і відсилання повідомлень користувачам комплексу;
- формування маршрутів проходження і регламенту виконання документів;
- підтримка функцій контролю виконання;
- кодування (шифрування) документів за бажанням їхнього власника;
- забезпечення електронного підпису для однозначної ідентифікації особи, яка затвердила документ;
- встановлення двостороннього зв'язку між повнотекстовими документами архіву і операційними документами бази даних оперативного контуру;
- забезпечення швидкого пошуку в архіві повнотекстових документів за будь-яким фрагментом тексту документів.

#### *7.5.4. Контур адміністратора системи*

Розвинена система може об'єднувати інструментальні компоненти для адміністратора бази даних і високопродуктивний інструментарій для кваліфікованого користувача або програміста, призначений для розроблення реляційних баз даних, проектування інтерфейсу користувача і звітів.

Використання власних інструментальних засобів дає можливість реалізувати гнучку і надійну систему розмежування доступу, підтримку персоніфікації дій оператора, обмін даними між різними відділеннями фірми тощо.

## 7.6. Контрольні запитання

1. Назвати чинники, які впливають на ефективність системи управління.
2. Що таке корпоративна інформаційна система?
3. Які є вимоги до корпоративних інформаційних систем?
4. Описати рівні, які виділяють в архітектурі корпоративних інформаційних систем?
5. Порівняти розвиток корпоративних інформаційних систем з розвитком стандартів управління підприємством.
6. Які є підходи до побудови корпоративних інформаційних систем?
7. Описати функціональний підхід до побудови корпоративних інформаційних систем.
8. Описати процесний підхід до побудови корпоративних інформаційних систем.
9. Описати матричний підхід до побудови корпоративних інформаційних систем.
10. Описати фінансовий підхід до побудови корпоративних інформаційних систем.
11. Перерахувати особливості функціонування корпоративних інформаційних систем.
12. Якою є структура корпоративних інформаційних систем?
13. Описати контур адміністративного управління корпоративних інформаційних систем.
14. Описати контур оперативного управління корпоративних інформаційних систем.
15. Описати контур бухгалтерського обліку корпоративних інформаційних систем.
16. Описати контур управління документообігом корпоративних інформаційних систем.
17. Описати контур адміністратора корпоративних інформаційних систем.

## Розділ 8

### ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Побудова і експлуатація будь-якої інформаційної системи завжди супроводжується важливим питанням отримання максимального ефекту від її впровадження. У міру розширення застосування і збільшення складності ІС помилки або недостатня якість програмних засобів чи даних можуть завдати таких збитків, які перевищуватимуть позитивний ефект від використання ІС.

Часто попередні плани і специфікації на створення інформаційних систем готують і оцінюють некваліфіковано, на основі неформалізованих уявлень замовників і розробників про необхідні функції і характеристики якості інформаційних систем. Особливо це стосується системних помилок під час визначення необхідних показників якості, оцінювання трудомісткості, вартості і тривалості створення програмних засобів тощо. Багато ІС не здатні виконувати повністю необхідні функціональні завдання з гарантованою якістю, і їх доводиться довго, а іноді без належного результату, доопрацьовувати для досягнення необхідної якості і надійності функціонування, витрачаючи додаткові засоби і час. У результаті проекти ІС не відповідають початковому задекларованому призначенню і вимогам до характеристик якості, не вкладаються в графіки і бюджет розробки.

Нечітке декларування в документах понять і необхідних значень характеристик якості програмних засобів, недостатня формалізація відомостей про поняття якості програмних засобів та відповідних характеристик для вимірювання і порівняння якості ПЗ з вимогами спричиняє конфлікти між замовниками-користувачами і розробниками-постачаль-

никами через різне трактування однакових характеристик. У зв'язку з цим стратегічним завданням в життєвому циклі сучасних інформаційних систем стало забезпечення необхідної якості програмних засобів і баз даних.

Керування якістю в сучасному світі звичайно згадується в контексті двох систем:

1. Стандарти системи якості ISO-9000;
2. Управління загальною якістю TQM (Total Quality Management).

Між ними є як подібні ознаки, так і істотні відмінності. Однак всі вони відображають стандарти системи якості, які мають адміністративне затвердження як державних стандартів багатьох країн.

Для правильного трактування стандартів якості спочатку необхідно з'ясувати значення термінів “стандарт”, “керування якістю” тощо. Помилковим є твердження (яке часто трапляється в Україні), що стандарт – це набір жорстко фіксованих норм, характеристик, правил, вимог, яких повинні неухильно дотримуватися працівники підприємства (особливо якщо це стосується державного стандарту). Однак за кордоном (зокрема в Євросоюзі та США) у стандартах часто прописують перелік вимог до продукції, виконання яких забезпечує наявність певних переваг під час використання (споживання) цієї продукції. Проте у цих стандартах може нічого не йтися про якість остаточної продукції. Тобто закордонні стандарти часто мають більше рекомендаційний, ніж обмежувальний характер. Зокрема, до таких стандартів потрібно зарахувати стандарти системи якості ISO-9000.

## 8.1. Поняття якості

У стандартах системи якості наведено таке визначення поняття якості.

Визначення 8.1. Якість – це сукупність характеристик об'єкта, яка стосується його здатності задовольнити встановлені і передбачувані вимоги споживача.

До того ж, що важливо, під об'єктом якості можна розуміти як власну продукцію (товари або послуги), процес її виробництва, так і виробника (організацію, систему або, навіть, окремого працівника). Найхарактернішими для якості є такі цілі:

- виготовлена продукція під час тестування повинна задовольняти набір вимог;
- для виготовлення якісної продукції кожного працівника необхідно навчити якісному виробництву.

Для досягнення цих цілей у стандартах системи якості передбачено створення особливої організації системи виробництва, яка називається системою якості. Головне в організації системи якості – це документованість усіх процесів, які стосуються виробництва продукції і здатні впливати на його якість. Тобто йдеться практично про всі процеси, які стосуються виробництва, починаючи від закупівлі матеріалів та комплектуючих і закінчуючи доставкою продукції споживачу. Документованість усіх процесів у системі якості виглядає доволі “простою” вимогою, однак здебільшого вона приводить до кардинальних змін у технологіях і організації виробництва.

Стандарти управління якістю – це загальні вимоги до того, як повинна бути побудована система обліку і управління на підприємстві для гарантування роботи виробничої системи відповідно до вимог системи якості. Важливо розуміти, що насправді ці стандарти не можуть забезпечити гарантовану якість продукції, яку випускають, але вони покликані забезпечити гарантоване усунення всіх недоліків процесу виробництва, які істотно впливають на якість продукції. Отже, у разі дотримання стандартів якості продукцію випускають “найбільш ймовірно якісною”. До того ж у стандарті йдеться тільки про те, що необхідно зробити, але не сказано як. Це пов’язано з тим, що досягнення потрібного результату великою мірою залежить від підприємства, і можна використовувати як більш ресурсномісткі (тобто дорожчі), так і менш ресурсномісткі (тобто дешевші) методи.

Отже, відповідно до стандартів управління якістю усі процеси, які можуть істотно вплинути на якість готової продукції, повинні бути задокументовані, за виконання функцій документування повинна бути призначена персональна відповідальність. Крім того, необхідно проводити регулярну перевірку відповідності реальних процесів до документованих вимог, яка встановлює відповідальність за якість процесів виробництва.

**Визначення 8.2.** Система якості – це сукупність організаційної структури, методик, процесів і ресурсів, необхідних для загального керівництва якістю.

Очевидно, що документація і система якості є елементами загальних корпоративних стандартів і основою будь-якої корпоративної інформаційної системи.

## 8.2. Стандарти якості сімейства ISO-9000

Історія стандартів якості ISO-9000 походить з Британських стандартів BSI 5750, які були схвалені в Британському інституті стандартів (British Standard Institute – BSI) у 1979 році. Ці стандарти також часто вважаються похідними від американських військових стандартів MIL-Q9858, прийнятими наприкінці 50-х років у США. Стандарти серії ISO-9000 – це пакет документів з створення систем якості і забезпечення якості, підготовлений членами міжнародної організації з стандартизації ISO (International Organization for Standardization). Стандарт BSI 5750 відомий як стандарт ISO-9000 версії 1987 року. Версійність означає, що дотепер цей стандарт був переглянутий через необхідність врахувати вимоги до якості деяких специфічних продуктів, які не були враховані під час розроблення першої версії стандартів. До речі, одним з таких специфічних продуктів було програмне забезпечення, яке тепер теж підлягає сертифікації (наприклад, для визначення якості ПЗ розроблено стандарт ISO-9126).

Сьогодні сімейство (серія) ISO-9000 об'єднує:

- керівні вказівки з вибору і застосування стандартів (ISO-9000-1, 9000-2, 9000-3, 9004-2, 9004-3, 9004-4);
- стандарти на системи якості (ISO-9001, 9002, 9003, 9004);
- керівні вказівки з перевірки систем якості (стандарти ISO-10011-1, 10011-2, 10011-3);
- стандарти на технології підтримки (ISO-10001, ..., 10020);
- словник термінів (ISO-8402);
- інші стандарти, які визначають специфічну діяльність постачальника.

Три стандарти із серії ISO-9000 (ISO-9001, ISO-9002 і ISO-9003) є фундаментальними документами Системи Якості, які визначають методологію забезпечення якості і відображають три різні моделі функціональних або організаційних взаємин між учасниками системи якості (як правило “постачальник”, “споживач”, “субпостачальник”). Власне саме за цими стандартами і проводять сертифікацію “постачальника” управління, що є основним об'єктом якості.

Крім власне 9000-х стандартів у сімейство входять і так звані стандарти, що “підтримують управління” (стандарти документів і процесів). Ці стандарти визначають або загальні елементи стандартів серії ISO-9000, або навпаки, специфікують їх на конкретні виробничі і комерційні ситуації.

Базові поняття і терміни якості визначені в стандарті ISO-8402 “Керування якістю і забезпечення якості – Словник” (саме в цьому стандарті власне і визначене поняття “якість”).

ISO-9000 встановлює єдині міжнародні стандарти на систему управління якістю в будь-якій виробничій або сервісній компанії. У стандарті визначаються ті загальні методи, які повинні бути використані під час побудови системи якості, щоб гарантувати повне задоволення потреб клієнта. Стандарт застосовують саме до системи якості і не стосується технічних характеристик продукції і технічних вимог до виробництва. Реалізацію системи якості потрібно визначати завданнями, продукцією, процесами і індивідуальними особливостями конкретної організації. Відмінною ознакою стандарту є те, що побудована на його основі система якості не є незмінною. У самому стандарті закладені вимоги постійного покращання відповідно до передбачуваних потреб клієнта.

Стандарти ISO мають, взагалі кажучи, рекомендаційний характер, проте документи серії ISO-9000 більш ніж в 90 країнах прийняті як національні стандарти. У промислово розвинених країнах світу існують і законодавчі вимоги, спрямовані на створення на підприємствах систем якості. Так, починаючи з 1999 р., всі постачальники продукції на ринок ЄС зобов’язані мати сертифіковану систему якості. З погляду нормативних документів ЄС, під “постачальником” розуміють не тільки безпосереднього виробника продукції, але і будь-яку організацію, яка в контрактах із споживачами в країнах ЄС є постачальником продукції. Отже, українські торгові підприємства, що поставляють продукцію на ринок ЄС, розглядаються як постачальники і з 1999 р. також повинні мати сертифіковану систему якості відповідно до ISO-9000. Крім того, наявність сертифікованої системи якості для більшості європейських (а також американських, японських тощо) підприємств є нормою. Відповідно до вимог такої системи, вони підрозділяють постачальників на три групи:

- 1) абсолютно надійних з погляду якості постачань, які мають сертифіковану систему якості (група А);

- 2) надійних з погляду якості поставчань, які мають впроваджену систему якості (Група В);
- 3) ненадійних з погляду якості поставчань, які не мають системи якості (група С).

За оцінками деяких експертів різниця в ціні закупівель у постачальників групи А і С може досягати 50 %. Тому українське підприємство, яке не має сертифікованої системи якості, як правило, потрапляє в групу С і продає свою продукцію за істотно нижчою ціною, ніж отримує за аналогічну продукцію західне підприємство.

Отже, вимоги сучасного ринку підштовхують постачальника товарів і послуг до впровадження систем якості. Проте, упроваджуючи на підприємствах систему якості відповідно до ISO-9000, підприємець отримує і вигоду:

- за рахунок перерозподілу витрат скорочується та їхня частка, яка надходила на виявлення і виправлення дефектів, тобто загальна сума витрат знижується і з'являється додатковий прибуток;
- підвищується виконавська дисципліна на підприємстві, поліпшується мотивація співробітників, знижуються втрати, спричинені дефектами і невідповідностями;
- підприємство стає “прозорішим” для керівництва, у зв'язку з цим підвищується якість управлінських рішень.

Сертифікація на відповідність стандартам ISO-9000 проводиться незалежними компаніями (реєстраторами), акредитованими національною системою реєстрації. Під час сертифікації, що займає, як правило, близько двох років, реєстратор проводить один або декілька аудитів – перевірок систем якості на відповідність вимогам стандартів і (якщо знаходить, що вимоги стандартів в основному задоволені) видає сертифікат, дійсний протягом трьох років. Під час дії сертифікату реєстратор проводить періодичні перевірки, а після його закінчення процедура сертифікації повторюється в повному обсязі.

### **8.3. Програмне забезпечення і система якості**

У стандарті ISO-9001 перераховують ті бізнес-функції підприємства, або, інакше кажучи, елементи якості, на які поширюється дія стандарту:

- відповідальність керівництва;
- система якості;
- аналіз договорів;
- управління проектуванням;
- управління документацією;
- закупівлі продукції;
- продукція, яку надає споживач;
- ідентифікація продукції і відстежуваність;
- управління процесами;
- контроль і проведення випробувань;
- контрольне, вимірювальне і випробувальне устаткування;
- статус контролю і випробувань;
- управління невідповідною продукцією;
- коректуючі і застережливі дії;
- навантажувально-розвантажувальні роботи, зберігання, упаковка і постачання;
- реєстрація даних про якість;
- внутрішні перевірки якості;
- підготовка кадрів;
- технічне обслуговування;
- статистичні методи.

Якщо зіставити наведені елементи якості з процедурами впровадження КІС, то можна виявити, що вони відображають найтипівші бізнес-процеси, які тою чи іншою мірою стосуються якості продукції, що випускається. Отже, за стандартами сімейства ISO-9000 система якості припускає побудову такої структури управління процесом виробництва, яка гарантує випуск якісного продукту у будь-який момент, поки система діє. Отже, функціонально стандарти сімейства ISO-9000 пов'язані із забезпеченням якості системи управління виробництвом.

Створення і впровадження системи якості на підприємстві складається з таких етапів:

- обстеження організації, виявлення невідповідностей і вузьких місць в бізнес-процесах і видавання рекомендацій щодо можливих шляхів усунення невідповідностей;
- організація проекту створення і впровадження системи якості, проведення навчання учасників проекту;

- розроблення документації системи якості і її впровадження в підрозділах підприємства;
- підготовка внутрішніх аудиторів і проведення планових внутрішніх аудитів якості в підрозділах;
- підготовка до сертифікації і проведення сертифікаційного аудиту якості;
- міжнародна сертифікація системи якості.

Впровадження ISO-9000 майже завжди спричиняє серйозний бізнес-реінжиніринг організації. Ідея реінжинірингу пов'язана з впровадженням інформаційних технологій, оскільки програмні продукти як для оптимізації бізнес-процесів, так і для їхньої підтримки давно та успішно застосовують.

Для впровадження повноцінної системи якості у вузькому сенсі необхідно задокументувати всю діяльність підприємства за вищезгаданими елементами якості, а також забезпечити реальне функціонування бізнес-процесів в організації у повній відповідності до них. Кінцевим етапом стає перевірка відповідності розробленої системи управління вимогам ISO-9000 і сертифікація системи якості відповідною аудиторською фірмою. Інакше кажучи, необхідно продемонструвати, що управлінські процедури, прописані в документації, реально працюють.

Форма викладення документів, необхідних для сертифікації системи якості підприємства, не має суворої регламентації. Проте, зазвичай багато інструкцій (їх може бути декілька десятків) є набором таблиць, у яких вказують суб'єкти виробництва та їхню взаємодію в тій або іншій ситуації, і які за змістом подібні до діаграм, побудованих відповідно до методології серії IDEF. Отже, можна зробити висновок, що в самій документації, яку так чи інакше доводиться розробляти, вже може міститися частина проекту реінжинірингу і впровадження КІС. Тобто може йтися про впровадження програмних технологій корпоративного рівня і сертифікованої системи якості як про єдину проблему.

Звичайно, сьогодні впроваджувати системи управління документами на промислових підприємствах доцільно тільки відповідно до вимог ISO-9000 або хоча б з урахуванням цих вимог. Під час впровадження і підтримки системи якості можуть бути потрібними програмні продукти принаймні трьох класів:

- 1) комплексні системи управління підприємством (автоматизовані інформаційні системи підтримки прийняття управлінських рішень);

- 2) системи електронного документообігу;
- 3) програмні продукти, що дають змогу створювати моделі функціонування організації, аналізувати й оптимізувати її діяльність.

Отже, система якості як частина системи управління підприємством, зможе ефективно працювати і приносити найбільшу вигоду, якщо її підтримують сучасні інформаційні системи підтримки прийняття управлінських рішень, розроблені і впроваджені на підприємстві в суворій відповідності із специфікою його запитів і рівня розвитку. До того ж отримують такі переваги:

- скорочується час впровадження як системи якості, так і КІС (до 50 %);
- підвищується ефективність роботи обох систем (до 80 %);
- зменшується час виходу обох систем на проектну потужність і скорочується термін окупності систем (до 50 %);
- підвищується інвестиційна привабливість підприємства, оскільки в промислово розвинених країнах правилом є саме сумісне використання таких систем.

## **8.4. Оцінювання якості програмного забезпечення**

Вибір і формування вимог до програмного забезпечення полягає в аналізі необхідних властивостей, що характеризують якість їхнього функціонування з урахуванням технологічних і ресурсних можливостей розробників. Під якістю функціонування розуміється множина властивостей, що зумовлюють придатність ПЗ забезпечувати надійне і вчасне подання необхідної інформації споживачеві для її подальшого використання за призначенням. Відповідно до принципів особливостей, призначення і властивостей кожного ПЗ під час проектування програмного продукту потрібно вибирати номенклатуру і значення характеристик якості, необхідних для ефективного застосування цього ПЗ користувачами, оскільки це в остаточному результаті зазначають у специфікаціях вимог і в технічній документації на кінцевий продукт.

Кожну характеристику якості можна використовувати, якщо визначена її метрика, міра і шкала, а також можна вказати спосіб її вимірювання і зіставлення з потрібним значенням.

### *8.4.1. Вимірювання і оцінка характеристик якості програмного забезпечення*

Програмне забезпечення, залежно від особливостей розроблення і застосування, можна подавати як:

- програму;
- програмний комплекс;
- програмний засіб;
- програмний продукт (виріб).

Наведено визначення, пов'язані з якістю програмного забезпечення.

Визначення 8.3. Якість програмного забезпечення – це сукупність властивостей, що характеризують здатність програмного забезпечення задовольняти потреби користувача відповідно до призначення.

Визначення 8.4. Управління якістю програмного забезпечення – це система організаційних, економічних, технологічних і правових заходів, які вживають для задоволення вимог до якості програмного забезпечення протягом життєвого циклу.

Визначення 8.5. Властивості ПЗ – це особливості, об'єктивно властиві ПЗ, які виявляються в життєвому циклі цього ПЗ (розробленні, застосуванні, супроводі).

Визначення 8.6. Характеристика ПЗ – це поняття, що відображає вияв окремого вимірного чинника, який властивий цьому ПЗ.

Інакше кажучи, характеристика – це атрибут властивості, що виявляється і є вимірним.

Вимірювання (оцінка) однієї або декількох характеристик ПЗ дає уявлення про те, наскільки для цього ПЗ є властивою та або інша властивість.

Кожній властивості відповідає одна або декілька характеристик ПЗ.

Для виконання завдання кількісної оцінки характеристик програмного забезпечення необхідна наявність системи вимірювань і методів оцінки.

Визначення 8.7. Система вимірювань характеристик програмного забезпечення – це сукупність вимірюваних характеристик, одиниць вимірювання, вимірювальних шкал і зв'язків, встановлених між ними.

Якщо між вимірюваними характеристиками встановлені ієрархічні зв'язки, систему вимірювань називають ієрархічною, інакше – одноранговою.

Вимірювальна шкала встановлює межі (діапазон) і точність вимірювань характеристик властивостей у встановлених одиницях.

Результати вимірювань у вибраній вимірювальній шкалі дають змогу виявити схожість і відмінність у властивостях програмного забезпечення з метою подальшої оцінки і класифікації. Стосовно ПЗ зазвичай використовують такі відомі види вимірювальних шкал:

- номінальні (категорійні);
- порядкові (кількісні);
- інтервальні.

Номінальна (категорійна) шкала фіксує наявність або відсутність певної характеристики властивості без урахування градацій і дає змогу класифікувати програми за цим принципом.

Порядкова шкала фіксує відношення порядку і дає можливість рангувати програми щодо певного опорного значення характеристик властивостей.

Інтервальна шкала фіксує не тільки відношення порядку, але і величину, що відрізняє одне значення характеристики від іншого (інтервал між значеннями).

Методи оцінювання характеристик програмного забезпечення ділять на такі шість груп:

- вимірювальні;
- реєстраційні;
- органолептичні;
- розрахункові;
- експертні;
- соціологічні;
- традиційні.

Вимірювальні методи ґрунтуються на отриманні інформації про характеристики програмного забезпечення з використанням спеціаль-

них інструментальних засобів (технічних або програмних засобів, що забезпечують проведення вимірювань та їхню автоматизацію).

Реєстраційні методи ґрунтуються на отриманні інформації про характеристики програмного забезпечення під час випробувань або функціонування за допомогою реєстрації і підрахунку певних подій (наприклад, моментів і кількості помилок, часу початку і закінчення розрахунків тощо), які реєструються ззовні програми за допомогою засобів вимірювань загального призначення.

Органолептичні методи ґрунтуються на отриманні інформації про характеристики програмного забезпечення шляхом їхнім сприйняттям органами чуття (насамперед зору, слуху і дотику).

Розрахункові методи ґрунтуються на отриманні інформації про характеристики програмного забезпечення за рахунок використання теоретичних або емпіричних залежностей.

Експертні методи використовують досвід експертів-фахівців, компетентних у оцінці характеристик програмного забезпечення.

Соціологічні методи використовують опрацювання спеціальних анкет-опитувальників, що містять якісні оцінки характеристик програмного забезпечення, соціальними групами, які стосуються застосування програмного забезпечення.

Традиційні методи об'єднують групу тих методів кількісної оцінки характеристик програмного забезпечення, що сформувався і традиційно використовуються в організаціях, на підприємствах та в інших установах.

Властивості програмного забезпечення, що виявляються, умовно можна розділити на дві групи:

- функціональні (зовнішні);
- конструктивні (внутрішні).

Для розробників і користувачів ПЗ становить інтерес певні функціональні і конструктивні властивості (наприклад, надійність, ефективність, модульність, структурованість). Як правило, користувача (замовника) цікавлять ті функціональні властивості, які характеризують корисність програмного забезпечення. Саме ці зовнішні властивості, що відображають думку користувача, зумовлюють якість програмного забезпечення, тобто є його чинниками. Зазначимо, що для розробників цікавими є не тільки зовнішні, але і внутрішні, або конструктивні властивості, від яких залежить виконання вимог до програмного забезпечення і те, як сприймає його користувач.

Характеристики якості відображають властивості, що визначають якість програмного забезпечення. Через складну природу кількісної оцінки характеристик якості програмного забезпечення для їхньої оцінки використовують ієрархічні системи вимірювань. Ієрархію характеристик якості утворюють чинники, критерії, метрики і оціночні елементи. Чинники і критерії, які утворюють два верхні рівні ієрархії вимірювань, відображають функціональні характеристики програмного забезпечення, а нижні (метрики і оцінні елементи) – конструктивні характеристики, від яких залежить якість програмного забезпечення. Вимірність характеристик якості забезпечується складом характеристик найнижчого рівня – оцінних елементів.

Визначення 8.8. Чинник якості ПЗ – це властивість, яка в тому чи іншому ступені зумовлює якість програмного забезпечення.

Під час оцінювання якості ПЗ враховують декілька чинників. Для отримання числової оцінки чинника якості використовують один або декілька критеріїв якості.

Визначення 8.9. Критерій якості – це поняття, ознака або числовий показник, що характеризує оцінюваний чинник якості.

Критерій якості може мати фізичний сенс, якщо його буде подано за допомогою обчислюваного виразу, складеного з характеристик якості. Значення цього виразу – це показник якості. Для обчислення значення критерію використовують одну або декілька метрик.

Визначення 8.10. Метрика – міра кількісної оцінки якості ПЗ за заданим критерієм, система або спосіб вимірювань якості програмного забезпечення.

Метрика містить один або декілька оцінних елементів.

Визначення 8.11. Оцінний елемент – вимірювана характеристика програмного забезпечення, що має числове значення у вибраній вимірювальній шкалі.

Визначення 8.12. Показник якості ПЗ – числове значення критерію якості, що визначає ступінь, в якій визначена критерієм властивість є властивою для ПЗ.

Під показником якості потрібно розуміти кількісну характеристику однієї або декількох властивостей програмної продукції, які є

складовими якості цієї продукції стосовно певних умов її створення і експлуатації.

Визначення 8.13. Комплексний показник якості ПЗ – показник якості, значення якого отримують у результаті композиції значень інших, зокрема комплексних показників

Отже, якість ПЗ – це багатовимірне поняття.

Визначення 8.14. Базове значення показника якості ПЗ – це реально досяжне значення показника, що відображає сучасний рівень розвитку програмного забезпечення.

Сукупність операцій, що передбачають вибір номенклатури (складу) показників якості, визначення значень цих показників і порівняння їх з базовими значеннями, називають оцінкою якості програмного забезпечення.

Визначення відповідності програмного забезпечення стандарту якості, що діє, називають сертифікацією. Визначення відповідності програмного забезпечення до призначення називають верифікацією. Підтвердження функціональної придатності програмного забезпечення називають атестацією.

Очевидно, що сертифікація, верифікація і атестація програмного забезпечення не виключають, а припускають кількісні оцінювання характеристик ПЗ.

Враховуючи, що за визначенням програмне забезпечення складається не тільки з програм, але й з документації до цих програм, то одним із завдань оцінки якості ПЗ є вимірювання і оцінка характеристик програмних і експлуатаційних документів.

#### ***8.4.2. Оцінювання якості програмного забезпечення за стандартом ISO-9126***

Для конкретного програмного забезпечення домінуючі критерії якості виділяються під час проектування і визначаються за вимогами технічного завдання і функціональним призначенням. Вони повинні, передусім, відображати функціональну придатність для застосування відповідно до заданих цілей.

Основою для формальної регламентації показників якості ПЗ є міжнародний стандарт ISO-9126. Розвиток цього міжнародного стандарту проводиться у напрямку уточнення, деталізації і розширення

описів характеристик якості програмних комплексів. Цей стандарт складається з чотирьох частин:

- 1) модель якості;
- 2) зовнішні метрики якості;
- 3) внутрішні метрики якості;
- 4) метрики якості у використанні.

У першій частині стандарту ISO-9126-1 наводиться схема взаємозв'язку частин стандарту ISO-9126, а також сфера застосування, нормативні посилання, терміни і визначення. Визначається модель характеристик якості ПЗ, яка деталізується в наступних частинах стандарту. Вимоги користувача до якості в специфікаціях повинні під час верифікації перетворюватися у вимоги до зовнішньої якості, а потім у вимоги до внутрішньої якості. Процеси реалізації вимог до внутрішньої якості повинні забезпечувати зовнішню якість, яка має втілюватися в якість для користувачів.

Модель внутрішніх і зовнішніх характеристик класифікує якість програмного забезпечення за шістьма групами базових показників, кожен з яких деталізується декількома нормативними підхарактеристиками:

1. Функціональність – набір атрибутів, що характеризує відповідність функціональних можливостей ПЗ набору користувацьких вимог щодо функціональності. Функціональність деталізується:
  - придатністю до використання;
  - коректністю (правильністю, точністю);
  - здатністю до взаємодії;
  - захищеністю.
2. Надійність – набір атрибутів, які належать до здатності ПЗ зберігати рівень якості функціонування у встановлених умовах за певний проміжок часу. Надійність описується:
  - рівнем завершеності (відсутності помилок);
  - стійкістю до дефектів;
  - відновлюваністю;
  - доступністю (готовністю).
3. Практичність (застосовність) – набір атрибутів, які належать до обсягу робіт, необхідних для виконання та індивідуальної оцінки такого виконання певним загалом користувачів. Практичність характеризується:

- зрозумілістю;
  - придатністю до вивчення;
  - простотою використання;
  - привабливістю.
4. Ефективність – набір атрибутів, які відносяться до співвідношення між рівнем якості функціонування ПЗ і обсягом використаних ресурсів за заданих умов. Ефективність відображається:
- часовою ефективністю;
  - використанням ресурсів.
5. Супроводжуваність – набір атрибутів, які належать до обсягу робіт, необхідних для проведення конкретних змін (модифікацій). Супроводжуваність подається:
- зручністю для аналізу;
  - змінюваністю;
  - стабільністю;
  - тестованістю.

Мобільність – набір атрибутів, які належать до здатності ПЗ бути перенесеними з одного середовища в інше. Мобільність відображається:

- адаптованістю;
- простотою встановлення (інсталяції);
- співіснуванням (відповідністю);
- замінністю.

У стандарті ISO-9126 виділена модель характеристик якості у використанні. У цій моделі застосовуються інші базові характеристики порівняно з моделлю внутрішньої і зовнішньої якості. Основними характеристиками якості ПЗ у використанні є:

- системна ефективність застосування програмного продукту за призначенням;
- продуктивність – продуктивність під час виконання основних завдань ПЗ, що досягається за реально обмежених ресурсів у конкретному зовнішньому середовищі застосування;
- безпека – надійність функціонування програмного комплексу і можливий ризик від його застосування для людей, бізнесу і зовнішнього середовища;
- задоволення вимог і витрат користувачів відповідно до цілей застосування ПЗ.

Друга і третя частини стандарту ISO-9126:2,3 присвячені формалізації відповідно зовнішніх і внутрішніх метрик характеристик якості складних програмних систем. Внутрішня і зовнішня якості належать безпосередньо до самого програмного продукту, тоді як метрики якості у використанні виявляють ефект від застосування ПЗ і залежать від зовнішнього середовища.

#### 8.4.3. Вибір показників якості для оцінювання інформаційних систем

За означенням 1.28 для інформаційної системи виділяються три архітектурні компоненти:

- база даних;
- прикладна логіка;
- інтерфейси користувача.

База даних під керуванням СКБД забезпечує збереження даних та доступ них. Прикладна логіка – це алгоритми функціонування системи, які спрямовані на маніпулювання даними і оформлені у вигляді процедур чи функцій. Інтерфейси користувача забезпечують як відображення даних, так і доступ до прикладної логіки.

Якість ІС залежить від якості бази даних, прикладної логіки та інтерфейсів користувача:

$$Quality_{IS} = \frac{Weight_{DB}Quality_{DB} + Weight_AQuality_A + Weight_IQuality_I}{Weight_{DB} + Weight_A + Weight_I},$$

де  $Quality$  – якість компоненти або ІС,  $Weight$  – відповідний ваговий коефіцієнт,  $DB$  – позначення бази даних,  $A$  – позначення алгоритму (прикладної логіки),  $I$  – позначення інтерфейсу.

Для оцінювання якості ІС доцільно використовувати стандарт ISO-9126 [45], оскільки інтерфейси і алгоритми безпосередньо належать до ПЗ, а бази даних керуються за допомогою спеціального виду програмного забезпечення – СКБД. Крім того, як показано в [12], стандарт ISO-9126 є придатним для оцінювання якості баз даних, якщо визначена мета формування бази даних у межах однієї або декілької ІС.

Отже, початковими даними і вищим пріоритетом під час вибору показників якості ІС здебільшого є призначення, функції і функціональна придатність відповідних програмних засобів і баз даних.

Достатньо повний і коректний опис цих властивостей повинен слугувати основою для визначення значень більшості решти характеристик і атрибутів якості. Принципові і технічні можливості і точність вимірювання значень атрибутів характеристик якості завжди обмежені відповідно до їх змісту. Це визначає раціональні діапазони значень кожного атрибуту, які можуть бути вибрані на основі здорового глузду, а також за допомогою аналізу прецедентів у специфікаціях вимог реальних проєктів.

Процеси вибору і встановлення метрик і шкал для опису характеристик якості ІС можна розділити на два етапи:

1. Вибір і обґрунтування набору початкових даних, що відображають загальні особливості і етапи життєвого циклу інформаційної системи і її споживачів, кожен з яких впливає на певні характеристики якості ІС;
2. Вибір, встановлення і затвердження конкретних метрик і шкал вимірювання характеристик і атрибутів якості ІС для їх подальшої оцінки і зіставлення з вимогами специфікацій під час кваліфікаційних випробувань або сертифікації на певних етапах життєвого циклу ІС.

На першому етапі за основу потрібно брати всю базу номенклатури характеристик, субхарактеристик і атрибутів, стандартизованих в ISO-9126. Їх описи бажано заздалегідь упорядкувати за пріоритетами з урахуванням призначення і сфери застосування конкретної ІС. Далі необхідно виділити і прорангувати за пріоритетами споживачів, яким потрібні певні показники якості ІС з урахуванням їх спеціалізації і професійних інтересів. Підготовка початкових даних закінчується виділенням номенклатури базових, пріоритетних показників якості, що визначають функціональну придатність ІС для певних споживачів.

На другому етапі, після фіксації початкових даних, яку повинен виконати споживач оцінок якості, процеси вибору номенклатури і метрик починаються з рангування характеристик і підхарактеристик для конкретного проєкту і їх споживача. Далі цими фахівцями для кожного з відібраних показників повинна бути встановлена і узгоджена метрика і шкала оцінок підхарактеристик і їхніх атрибутів для проєкту і споживача результатів аналізу. Для показників, що подаються якісними ознаками, бажано визначити і зафіксувати в специфікаціях описи умов, за яких потрібно вважати, що ця характеристика реалізується в ІС.

## 8.5. Система загального управління якістю TQM

Стандарти серії ISO-9000, забезпечують побудову системи якості на підприємстві. Однак вони не можуть забезпечити:

- 1) удосконалення побудованої системи якості;
- 2) задоволеність кінцевого споживача.

Для того, щоб вирішити ці протиріччя і створити всеохоплюючу концепцію якості як системи задоволення споживача, розробляються концепції системи загального управління якістю – TQM (Total Quality Management). Передбачається, що всі нові стандарти управління якістю підготують на основі саме цієї концепції.

Впровадження TQM повинно відповідати таким вимогам:

- Розроблення виробничих процесів, враховуючи вимоги якості.

Виробничі процеси розглядають у стандарті ISO-9000. Одним з основних завдань цих стандартів є встановлення, розроблення виробничих процесів для виробництва якісної продукції. Потрібно чітко розділяти контрольовані (як можливе неправильне функціонування машин, неякісні матеріали, неправильне виконання робітниками своїх обов'язків тощо) і неконтрольовані фактори. Контрольовані фактори, звичайно, можна усувати під час впровадження системи ISO-9000. До неконтрольованих факторів належать різка зміна температури, зв'язана з різкою зміною погоди, вібрація, зокрема зовнішня (від проїжджаючого транспорту) та інші причини, пов'язані з природними і зовнішніми стосовно підприємства факторами. Під час розміщення, дизайну нових підприємств бажано уникнути максимально можливого впливу неконтрольованих факторів на виробництво. Власне одне з завдань управління якістю є намагання до того, щоб неконтрольовані фактори не виникали взагалі.

- Контроль виробничих процесів для досягнення якості.

Вимога доволі очевидна, бо якщо виробничі процеси розроблені для досягнення найвищої якості продукції, то необхідно ці процеси контролювати, щоб виконували розроблені параметри, працівники дотримувалися посадових інструкцій та вимог документації з відповідних норм та правил виробництва.

- Тестування і прагнення до постійного поліпшення на основі досягнутих результатів.

Тут під тестуванням розуміється перевірка за абсолютними показниками якості продукції щодо зразків продукції, а також проведення ринкових тестів. Ринкові тести – це тестування декількох зразків різних виробників однакової продукції з метою виявлення найоптимальніших рішень і неформальний обмін досвідом між конкурентами.

З наведених вимог видно, що TQM порівняно з ISO-9000 істотно розширює поняття системи якості за межами підприємства. Для успішної реалізації вимог TQM необхідно використовувати сучасні інформаційні технології.

## 8.6. Контрольні запитання

1. Що таке якість?
2. Що таке стандарти управління якістю?
3. Що таке система якості?
4. Яке призначення стандартів сімейства ISO-9000?
5. Які переваги впровадження системи якості відповідно до ISO-9000?
6. Назвати етапи створення і впровадження системи якості на підприємстві.
7. Які програмні продукти використовують під час впровадження і підтримки системи якості?
8. Які переваги впровадження системи якості у разі підтримки сучасних інформаційних систем?
9. Що таке якість програмного забезпечення?
10. Що таке управління якістю програмного забезпечення?
11. Що таке система вимірювань характеристик програмного забезпечення?
12. Які види вимірювальних шкал використовують для оцінювання характеристик програмного забезпечення?
13. Які методи використовують для оцінювання характеристик програмного забезпечення?
14. Охарактеризувати функціональні властивості програмного забезпечення.
15. Охарактеризувати конструктивні властивості програмного забезпечення.
16. Що таке чинник, критерій, метрика, оцінний елемент якості програмного забезпечення?
17. Що таке показник і базове значення показника якості програмного забезпечення?
18. Що таке комплексний показник якості програмного забезпечення?
19. Яке призначення стандарту ISO-9126?
20. Описати модель якості програмного забезпечення за стандартом ISO-9126.
21. Як визначається якість інформаційної системи?
22. Описати вибір і встановлення метрик і шкал для описування характеристик якості інформаційної системи.
23. Яке призначення концепції TQM?
24. Описати вимоги до впровадження TQM.

## Розділ 9

# ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАРКЕТИНГ

На сучасному етапі інформація стає основним ресурсом науково-технічного і соціально-економічного розвитку світової спільноти. В інформаційному суспільстві виробництво і споживання інформації є найважливішими видами діяльності, а інформація – найзначущішим ресурсом.

Економічною основою для розвитку інформаційного суспільства є галузі інформаційної індустрії, які відрізняються швидшими темпами свого розвитку, ніж “традиційні” галузі економіки. Саме галузі інформаційної індустрії чинять величезний вплив на всі інші галузі і конкурентоспроможність підприємств різних країн на світовій арені.

Сучасне інтенсивне формування світової інформаційної економіки полягає в глобалізації інформаційних, інформаційно-технологічних і телекомунікаційних ринків, перетворенні електронної комерції і інформаційного маркетингу в найважливіші інструменти ведення бізнесу.

### 9.1. Поняття інформаційного маркетингу

Інформатизація суспільства зумовила появу таких понять, як інформаційна культура, інформаційний бізнес, інформаційний продукт та інформаційний маркетинг.

Визначення 9.1. Під інформаційною культурою розуміють рівень знань (інтелекту) і вміння цілеспрямовано працювати з інформацією, використовуючи нові інформаційні технології.

Інформаційний бізнес як частина підприємницького бізнесу має свої функції і сфери застосування. Інформаційний бізнес також пов'язаний з інформацією, яка є не тільки товаром, але і ресурсом виробництва, тобто засобом вдосконалення комерційної або виробничої діяльності, а також продуктом цього виробництва чи інформаційною послугою. До інформаційних продуктів (див. визначення 1.32) зараховують: технології, програмне забезпечення, бази даних, рекламну інформацію на різних носіях, експертні системи тощо. Інформаційні продукти є рушійною силою в розширенні, використанні і виробництві інформаційних технологій. До інформаційних послуг (див. визначення 1.33) належать публікації, реалізації пакетів прикладних програм та інших інформаційних продуктів. Під інформаційними ресурсами (див. визначення 1.30) розуміють сукупність знань, даних, технологій, систем штучного інтелекту, систем аналізу і оброблення інформації тощо.

Варто зазначити, що більшість неінформаційних ресурсів мають тенденцію до виснаження, у той же час інформаційні ресурси як різновид інтелектуальних ресурсів мають стійку тенденцію до зростання.

Успішна реалізація інформаційного продукту на ринку багато в чому визначається ефективністю інформаційного маркетингу.

**Визначення 9.2.** Інформаційний маркетинг (information marketing) як концепція об'єднує сукупність науково обґрунтованих уявлень про управління сучасним виробництвом у сфері інформаційного бізнесу в умовах конкурентної економіки.

В основі організації виробничо-збутової діяльності повинно бути точне знання, передбачення і облік вимог ринку.

Інформаційний маркетинг є системою мійр, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності підприємства максимальною адаптацією всієї його діяльності, продукції, що виробляється або запланована до виробництва, до вимог ринку і споживача з метою забезпечення найбільшого прибутку і зменшення комерційних ризиків.

Сферами діяльності інформаційного маркетингу є:

- 1) інформаційний бізнес;
- 2) “звичайний” підприємницький бізнес.

Об'єктами інформаційного маркетингу є:

- 1) інформаційні продукти і послуги;
- 2) звичайна інформаційна продукція.

Поняття інформаційного маркетингу має подвійне тлумачення:

- 1) під цим терміном розуміють застосування традиційних принципів маркетингу для комерційного розповсюдження інформаційних продуктів і послуг (теоретичною основою цього підходу є “маркетинг в інформатиці”);
- 2) під інформаційним маркетингом розуміють комплекс методів, спрямованих на підвищення ефективності маркетингу його інтеграцією з новими інформаційними технологіями (теоретичною основою цього підходу є “інформатика в маркетингу”).

Основними завданнями сучасного інформаційного маркетингу як ринкової концепції управління є:

- усебічний аналіз сучасного ринку;
- формування цін на інформаційні продукти і послуги;
- встановлення взаємин (взаємодії) між виробниками інформаційних продуктів і послуг та їхніми користувачами;
- рекламна діяльність;
- контроль за виконанням програм маркетингу;
- корекція програм і управління маркетингом на основі вимог ринку і споживачів;
- раціональне використання нових інформаційних технологій під час проведення маркетингових досліджень.

## **9.2. Застосування інформаційних систем у маркетингу**

Стрімка інформатизація суспільства спричиняє потребу в розвитку і системному використанні інформаційних систем як науково-технічного, так і економічного характеру. Використання передових інформаційних технологій і спеціального програмного забезпечення для отримання аналітичних і прогнозованих даних про стан продажів, ситуації на ринках збуту є основою для проведення маркетингових досліджень, спрямованих на підвищення ефективності роботи підприємств і організацій.

Для вироблення в складних маркетингових системах ефективних управлінських дій необхідно разом із створенням відповідних алгоритмів управління забезпечити автоматизований збір і опрацювання великого обсягу інформації. З цією метою для підвищення оперативності і

якісного інформаційного обслуговування всіх етапів маркетингової діяльності створюються маркетингові інформаційні системи (МІС).

За допомогою МІС забезпечується багатоваріантність розрахунків, організується комплексний облік і економічний аналіз, спрямований на вироблення раціональних управлінських рішень.

Функції МІС містять такі процедури, як збирання, реєстрація, передавання, кодування, зберігання, нагромадження і опрацювання інформації. Ухвалення рішення здійснюють фахівці-маркетологи із застосуванням МІС.

Потрібно зазначити, що МІС формується, враховуючи потреби маркетологів. Тому основними завданнями, які виконує МІС, є:

- аналізування зовнішнього середовища;
- прогнозування купівельного попиту;
- ціноутворення;
- оптимізація асортименту товарів;
- вибір раціональних способів просування товарів.

### **9.3. Особливості побудови маркетингових інформаційних систем**

Побудова МІС здійснюється на основі принципів, найважливішими з яких є такі:

- 1) забезпечення системності побудови функціональних і забезпечувальних елементів МІС – цілі і ідеологія побудови МІС повинні мати адаптивний характер і відповідати стратегічним цілям розвитку підприємства;
- 2) широке використання економіко-математичних методів і стандартних засобів прогнозування і статистичного аналізу, а також методів виконання оптимізаційних завдань прикладного характеру;
- 3) використання модульних конструктивно-технічних рішень на основі передових інформаційних технологій;
- 4) декомпозиція МІС на низку комплексів завдань, кожне з яких моделює певну сферу маркетингової діяльності;
- 5) МІС може мати розподілений характер, але повинна працювати як єдина цілісна система.

Виконання завдань маркетингу – це найтрудомісткіший процес в опрацюванні комерційної інформації на підприємстві. Це пов'язано із величезними обсягами інформації, необхідної для прийняття маркетингових рішень.

Бази даних є одним з найважливіших джерел інформації про всі види діяльності підприємства і містять відомості про рух товару, які також взаємозв'язані з потоком матеріальних і фінансових ресурсів, а також з реальними витратами праці і відповідним інформаційним забезпеченням цього процесу. На основі інформації, що зберігається в БД, ефективно виконують завдання автоматизованого обліку замовлень клієнтів і контролю за перебігом їхнього виконання.

Маркетингова інформація, пов'язана із замовленнями клієнтів, передбачає такі основні частини БД підприємства:

- відомості про клієнтів і умови платежів;
- дані про портфель замовлень;
- стан запасів і поточні постачання;
- ціни виробів;
- перевезення товарів;
- дані про попередні замовлення.

Автоматизоване використання цієї інформації значною мірою підвищує ефективність контролю і управління маркетинговою діяльністю, сприяє оперативності складання замовлень на постачання товарів і їхньої успішної реалізації.

## **9.4. Інформаційний маркетинг та Інтернет**

Однією з основних тенденцій сучасної економічної діяльності підприємств є її глобалізація. Сьогодні країни переходять від одного історичного етапу, для якого була характерна абсолютизація інтересів власної національної економіки, до іншого етапу – глобальної економіки. Цей якісно новий етап веде до утворення глобального ринку, що охоплює всі сектори економічної сфери – наукові дослідження, промисловість, сферу послуг і фінанси.

Глобалізація економічної діяльності спричиняє стрімкий розвиток електронної комерції і сучасних засобів комунікації. Традиційні методи роботи з інформацією неминуче зазнають радикальних змін.

Нині обмін інформацією за допомогою сучасних комп'ютерних електронних засобів і електронних комунікацій є основою інформаційних технологій для світової торгівлі.

Електронне ведення бізнесу як сфери ділової діяльності передбачає електронний документообіг, електронну систему платежів і електронну торгівлю.

Електронна комерція є засобом, що подає широку підтримку підприємствам у виборі кращих партнерів і постачальників незалежно від їхнього географічного розташування, а також сприяє виходу підприємств на глобальний ринок зі своїми товарами і послугами. Тобто, за допомогою електронної комерції досягають вільного і відкритого електронного простору світової торгівлі – електронного глобального торгового ринку.

Основне значення в процесі глобалізації бізнесу має Інтернет-маркетинг, який розширює можливості доступу до світових інформаційних ресурсів, забезпечуючи вихід на будь-які географічні і глобальні ринки.

Розвиток інформаційних технологій і мережі Інтернет приводить до значних змін міжнародних маркетингових стратегій. Доступ до інформаційних ресурсів Інтернет дає змогу:

- проводити маркетингові дослідження, а також отримувати оперативну інформацію про задані проблеми, ринки і компанії;
- здійснювати інформаційно-аналітичні дослідження;
- проводити пошук партнера з бізнесу або потенційного інвестора;
- підтримувати функціонування маркетингових інформаційних систем.

Розвиток інформаційних технологій зумовив розвиток інтранет- і екстранет-корпоративних систем електронного ведення бізнесу.

Інтранет – це внутрішньокорпоративна мережа, що використовує стандарти і програмне забезпечення Інтернету, і захищена за допомогою спеціальних засобів від несанкціонованого доступу через Інтернет. Ця мережа надає доступ тільки для службовців компанії.

Екстранет – це корпоративна мережа, яка надає доступ будь-якому комп'ютеру, під'єднаному до Інтернет.

За допомогою екстранет можна організувати доступ до локальної мережі не тільки службовцям компанії, але і “зовнішнім” користувачам з числа замовників, надійних постачальників тощо.

Сьогодні різні компанії системно впроваджують методи електронного документообігу, об'єднуючи інтранет- і екстранет-системи в єдине бізнес-середовище, яке інтегрує всі внутрішні служби корпорації і забезпечує оперативне опрацювання будь-яких зовнішніх запитів.

Використання цих мереж забезпечує компаніям додаткові конкурентні переваги за рахунок підвищення ефективності внутрішньокорпоративних обмінів, щотакж дає змогу отримати такі позитивні ефекти:

- знижуються витрати і прискорюється обмін маркетинговими знаннями про локальні ринки та фінансові, товарні, транспортні потоки тощо;
- скорочуються потреби у відрядженнях кваліфікованих фахівців, оскільки між співробітниками компанії за допомогою інтранет можна проводити внутрішньокорпоративні захищені теле- і відеоконференції тощо;
- поліпшується якість інтелектуальних ресурсів, оскільки мережі інтранет можна ефективно використовувати для навчання працівників компанії за допомогою спеціальних навчальних програм.

Найпоширенішою формою присутності корпоративного бізнесу в Інтернеті є Веб-представництво (Веб-сайти). На них компанії розміщують інформацію про свої товари і послуги.

Загалом Інтернет-маркетинг дає підприємствам можливість не тільки організувати ефективний зворотний зв'язок з покупцем і оперативно вивчати їхні потреби, але і гнучко міняти власні маркетингові плани і рекламні проекти відповідно до змінної економічної ситуації.

## 9.5. Контрольні запитання

1. Що таке інформаційна культура?
2. Що таке інформаційний маркетинг?
3. Які є тлумачення поняття інформаційного маркетингу?
4. Які основні завданнями інформаційного маркетингу?
5. Що таке маркетингові інформаційні системи?
6. Які основні завдання дає змогу виконувати маркетингова інформаційна система?
7. Перерахувати принципи побудови маркетингових інформаційних систем.
8. Що таке електронна комерція?
9. Як змінюються міжнародні маркетингові стратегії з використанням мережі Інтернет?
10. Які переваги від використання інтранет- і екстранет-систем?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Анисов А.М. Свойства времени [Электронный ресурс] // Online Journal “Logical Studies”. – 2001. – № 6. – <http://www.logic.ru/Russian/LogStud/06/No6-01.html>
2. Анташов В. Разработка систем документооборота для корпорации [Электронный ресурс] / В. Анташов, А. Букавнев, Н. Приезжий, А. Удод // Конференция “Корпоративные базы данных-2006”. – 2006. – <http://citforum.univ.kiev.ua/seminars/cbd2006/luxoft/>
3. Антропольский А.Б. Сертификация баз данных и рынок информационной продукции / А.Б. Антропольский, К.Б. Вигурский // Научно-техническая информация. – 2006. Сер. 1, № 12. – С. 88–92.
4. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++. Второе издание – Бинум, 2001. – 560 с.
5. Варакин Л.Е. Глобальное информационное общество: Критерии развития и социально-экономические аспекты – М.: Междунар. акад. связи, 2001. – 43 с.
6. Васкевич Д. Стратегии клиент/сервер. Руководство по выживанию для специалистов по реорганизации бизнеса. – К., 1996.
7. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем // Техническая конференция “Корпоративные базы данных-2008”. – М., 24–25 апреля 2008. – <http://www.citforum.ru/database/case/index.shtml>.
8. Гайдамакин Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. – М.: Гелиос, 2002.
9. Жежнич П.І. Деякі підходи до інтерпретації інформаційної взаємодії // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків, 2006. – № 1/2(19). – С. 119–122.
10. Жежнич П.І. Критерії ефективності інформаційних систем // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”:- 2002. – № 464: Інформаційні системи та мережі. – С. 84–95.
11. Жежнич П. Логічна організація інформації у часових реляційних баз даних // Автоматизированные системы управления и приборы. – Харків, 2007. – №141. – С. 67–73.

12. Жежнич П. Метод оцінювання якості реляційних баз даних з часовим фактором // The 3rd International Conference on Computer Science and Information Technologies CSIT-2008: Proc. – Lviv, September 25–27, 2008. – P. 239–241.
13. Жежнич П.І. Проектування часових баз даних за допомогою структурного підходу // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – Теорія і практика. – 2004. – № 522: Комп’ютерні системи проектування. – С. 53–57.
14. Жежнич П.І. Розширення DF- та ER-діаграм проектування Web-систем / Жежнич П.І., Пелещишин А.М. // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків, 2005. – № 5/2(17). – С. 95–99.
15. Жежнич П.І. Розширення ER-діаграм для проектування часових баз даних // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2005. – № 549 Інформаційні системи та мережі. – С. 92–98.
16. Жежнич П.І. Формалізація документів в інформаційних системах документообігу за допомогою часових реляційних баз даних / П.І. Жежнич, Ю.В. Ришковець // XXII Междунар. молодежний форум “Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке”: Материалы. – Харьков, 1–3 апреля 2008. – 340 с.
17. Жежнич П.І. Часові бази даних (моделі та методи реалізації): Монографія – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2007. – 260 с.
18. Закон України “Про інформацію” // Відомості Верховної Ради України, 1992. – № 48. – С. 650. – <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2657-12>.
19. Закон України “Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки” // Відомості Верховної Ради України, 2007. – № 12. – С. 102. – <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=537-16&test=4/UMfPEGznhhKZt.Zi6A1ArkHI4iMs80msh8Ie6>.
20. Калянов Г.Н. Консалтинг при автоматизації підприємств: підходи, методи, средства // Interface Ltd. – 2001. – <http://www.interface.ru/fset.asp?Url=/case/defs0.htm>.
21. Калянов Г.Н. CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение). – М.: Лори, 1996. – 242 с.
22. Кантор М. Управление программными проектами: Практическое руководство по разработке успешного программного обеспечения. – К.: Вильямс, 2002. – 176 с.
23. Катренко А.В. Системний аналіз об’єктів та процесів комп’ютеризації: Навч. посібник. – Львів: Новий світ, 2000. – 424 с.
24. Корпоративные информационные системы как часть создания и внедрения системы качества предприятия в соответствии со стандартами ИСО 9000 // INTERFACE Ltd. – <http://www.interface.ru/mrp/iso9000.htm>.

25. Костров А.В. Основы информационного менеджмента: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2001. – [http://prepod2000.kulichki.net/ files/item\\_80/infmen.zip](http://prepod2000.kulichki.net/files/item_80/infmen.zip).
26. Кригер А.Б. Информационный менеджмент: Учеб. пособие. – Владивосток: Дальневосточный Государственный университет, Тихоокеанский институт дистанционного образования и технологий. – 126 с. – [http://window.edu.ru/window\\_catalog/redirect?id=40966&file=dvgu087.pdf](http://window.edu.ru/window_catalog/redirect?id=40966&file=dvgu087.pdf).
27. Лайон Д. Інформаційне суспільство: проблеми та ілюзії // Сучасна зарубіжна соціальна філософія. – К., 1996. – С. 362–380.
28. Лидовский В.В. Теория информации: Учеб. пособие. – М., 2003. – 112 с.
29. Лийв Э.Х. Информатика: обобщённая энтропия и негэнтропия – Таллинн: Юхисэлу, 1998. – 200 с.
30. Мартин У. Дж. Информационное общество (Реферат) // Теория и практика общественно-научной информации. Ежеквартальник / АН СССР. ИНИОН; Редкол.: В.А. Виноградов (гл. ред.) и др. – М., 1990. – № 3. – С. 115–123.
31. Медведев А.Ю. Концептуальные основы электронного сбора первичных данных // Сибирское Отделение Российской Академии Наук, Институт Проблем Освоения Севера, 2003. – <http://www.ipdn.ru/rics/doc0/DB/b4/2-med.htm/>.
32. Международные стандарты, поддерживающие жизненный цикл программных средств. – М.: МП “Экономика”, 1996.
33. Месарович М. Общая теория систем: Математические основы / М. Месарович, Я. Такахара. – М.: Мир, 1978. – 310 с.
34. Пасічник В.В. Глобальні інформаційні системи та технології (моделі ефективного аналізу, опрацювання та захисту даних): Монографія / В.В. Пасічник, П.І. Жежнич, Р.Б. Кравець, А.М. Пелешишин, Д.О. Тарасов. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2006. – 348 с.
35. Пахчанян А. Технологии электронного документооборота // Открытые системы. – 2002. – № 10. – С. 17–21. – <http://www.osp.ru/os/ 2002/ 10/ 181977/>.
36. Пелешишин А.М. Пошук, консолідація та аналіз даних у глобальній системі World Wide Web // Вісн. Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2004. – № 489: Інформаційні системи та мережі. – С. 233–246.
37. Пинаев Д. Документооборот – отдельный фрагмент общей картины [Электронный ресурс] // Журнал “ВУТЕ/Россия”. – 2006. – № 6. – <http://manager.zp.ua/index.php?Lev=articles&Id=58>.
38. Советов Б.Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высш. шк., 1985. – 271 с.
39. Сорочан М. Выбор системы документооборота [Электронный ресурс] // “СЮ Онлайн” – интернет-приложение к журналу “СЮ”. – М.: Изд. дом

- “Компьютерра”, 2003. – <http://www.cio-world.ru/techniques/argument/24562/>.
40. Титце У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. – М.: Мир, 1983.
  41. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М., 1959.
  42. Форкун Ю.В. Системний підхід до побудови єдиної моделі інформаційного суспільства / Ю.В. Форкун, А.М. Пелешишин, П.І. Жежнич // 3-тя Міжнар. наук. конф. “Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації OPTIMA-2008”: Тези доп. – Кам’янець-Подільський, Червень 5–6, 2008. – С. 89–92.
  43. Чен П. Модель “сущность-связь” – шаг к единому представлению о данных // СУБД. – 1995. – № 3. – С. 137–158.
  44. Integration definition for function modeling (IDEF0). – <http://www.idef.com/pdf/idef0.pdf>.
  45. ISO/IEC 9126-1:2001. Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model [Електронний ресурс] – ISO, 2001. – <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=22749&ICS1=35&ICS2=80&ICS3=>.
  46. Mayer R.J. IDEF1 Information Modeling. – <http://www.idef.com/pdf/IDEF1MR-part1.pdf>.
  47. Object Management Group. UML // UML Resource Page. – January 02, 2007. – <http://www.uml.org>.

# Книги для навчання і роботи!

Литвин В. В.

## ТЕХНОЛОГІІ МЕНЕДЖМЕНТУ ЗНАЇЬ

Навчальний посібник. – 2010. – 260 с.

ISBN 978-966-553-975-9, 978-966-553-968-1 (випуск 2)



Викладено основні технології менеджменту знань, особливу увагу звернуто на технології видобування, нагромадження, структуризації, формування, опрацювання даних та знань. Висвітлено особливості технологій менеджменту та інженерії знань, їх теоретичні та прикладні аспекти. Розглянуто моделі онтологічних систем та методику розроблення онтологій. Детально описано побудову онтології за допомогою програмного засобу Protégé. Наведено завдання для практичних завдань та подано перелік питань та завдання для самостійного розв'язування.

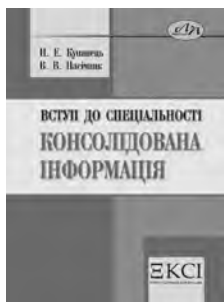
Для магістрів зі спеціальності “Консолідована інформація” специфічних категорій підготовки, а також бакалаврів та магістрів, що навчаються за напрямками галузей знань “Інформатика та обчислювальна техніка”, “Системні науки та кібернетика”, “Системна інженерія”. Посібником можуть скористатися також студенти інших спеціальностей.

Кунанець Н. Е. та ін.

## ВСТУП ДО СПЕЦІАЛЬНОСТІ: “КОНСОЛІДОВАНА ІНФОРМАЦІЯ”

Навчальний посібник. – 2010. – 196 с.

ISBN 978-966-553-940-7



Окреслено комплекс теоретичних, методичних та організаційно-практичних проблем з консолідації інформації. Структура і зміст підручника відповідають програмі курсу для вищих навчальних закладів. Розкрито особливості основних інформаційних продуктів як результатів нового напрямку наукового опрацювання інформації. Навчальний посібник покликаний ознайомити із основними засадами: аналітико-синтетичного опрацювання інформаційних матеріалів; згортання інформації із застосуванням різних методів; забезпечення своєчасної та в необхідній формі консолідації інформаційних ресурсів для підтримки прийняття рішень; виявлення ефективних способів використання наявних та перспективних інформаційних технологій для подальшого прогнозування результатів їх впровадження та вироблення варіантів управлінських рішень.

**Видавництво Львівської політехніки**

вул. Ф. Колесси, 2, корп. 23А, м. Львів, 79000

тел. +380 32 2582146, факс +380 32 2582136, vlp.com.ua, vmr@vlp.com.ua



ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Жежнич Павло Іванович**  
**Голощук Роман Олегович**

**ТЕХНОЛОГІЇ  
ІНФОРМАЦІЙНОГО  
МЕНЕДЖМЕНТУ**

**Навчальний посібник**

Редактор *Галина Клим*  
Коректор *Олеся Пастуцак*  
Технічний редактор *Лілія Саламін*  
Комп'ютерне верстання *Олени Катачиної*  
Художник-дизайнер *Уляна Келеман*

Режим доступу:  
<http://vlp.com.ua/files/tim.pdf>

Видавець і виготівник: Видавництво Львівської політехніки  
*Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4459 від 27.12.2012 р.*

*вул. Ф. Колесси, 4, Львів, 79013*  
тел. +380 32 2582146, факс +380 32 2582136  
[vlp.com.ua](http://vlp.com.ua), ел. пошта: [vmr@vlp.com.ua](mailto:vmr@vlp.com.ua)