

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра інформаційно-обчислювальних систем та управління

**ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисципліни “Ефективність інформаційних систем”
з освітньо-кваліфікаційного рівня “Спеціаліст”
для спеціальності “Економічна кібернетика”**

**Тернопіль
Економічна думка
2005**

Васильків Н.М. Опорний конспект лекцій з дисципліни “Ефективність інформаційних систем” з освітньо-кваліфікаційного рівня “Спеціаліст” для спеціальності “Економічна кібернетика ”. – Тернопіль: Економічна думка, 2005. – 98 с.

Укладач: Васильків Н. М., ст.викладач

Рецензенти: Чирка М. І., к.т.н., доцент
Масляк Б. О., к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск: Саченко А.О., д.т.н., професор

Опорний конспект лекцій з дисципліни “Ефективність інформаційних систем” містить найважливіші поняття та інформацію для розробки, впровадження та аналізу сучасних інформаційних систем з точки зору їх ефективності та надійності.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Призначення та роль інформаційних систем в економіці	6
1.1 Основні етапи створення інформаційних систем	6
1.2 Поняття інформаційної системи	10
1.3 Інформаційні системи в економіці	14
2 Класифікація інформаційних систем	17
2.1 Основні класифікаційні ознаки ІС	17
2.2 Класифікація автоматизованих інформаційних систем	18
3 Теоретичні основи ефективності ІС	24
3.1 Завдання та функції ІС	24
3.2 Структура ІС	25
3.3 Фактори впливу на ефективність ІС	27
3.4 Особливості ІС з точки зору ефективності	31
4 Методологічні засади оцінювання ефективності ІС	32
4.1 Технічна, економічна та оперативна ефективність ІС	32
4.2 Взаємозв'язок показників ефективності системи і надійності її окремих елементів	35
4.3 Зв'язок питомої ефективності неперервної функції системи з питомою ефективністю ІС	38
4.4 Ефективність виконання дискретних функцій ІС	39
5 Методики оцінювання ефективності інвестицій в інформаційні технології	41
5.1 Підходи до оцінки ефективності ІТ	41
5.2 Показники ефективності інвестицій	42
5.3 Оцінка ефективності інвестицій в інформаційні системи та технології	44
6 Економічна ефективність ІС	46
6.1 Види та показники економічної ефективності ІС	46
6.2 Економічна ефективність ІС з врахуванням її надійності	48
7 Оцінювання ефективності ІС за окремими характеристиками	51
7.1 Оцінка ефективності ІС за значенням показників надійності технічного забезпечення ІС	51
7.2 Ефективність та надійність програмного забезпечення ІС	55
7.3 Характерні особливості задач, що розв'язуються в комп'ютерних ІС	63
7.4 Адаптивність ІС	67
7.5 Ефективність людино-машинної взаємодії в ІС	70
8. Управління ефективністю ІС	78
8.1 Методи підвищення надійності ІС	78
8.2 Організація інформаційного фонду об'єкта управління	84
8.3 Безпека інформаційних систем	90
Література	93
Додаток А Таблиця значень функції $y = e^{-x}$	94
Додаток Б Глосарій	95

ВСТУП

Ефективність управління визначається тим, яку інформацію використовує управлінець і як він нею розпоряджається. Витрати на збір інформації, її передачу, обробку, зберігання та передачу користувачеві повинні бути мінімальними. Технічний прогрес у галузі інформаційних технологій та систем за останні роки зробив розв'язання цієї проблеми цілком можливим і доступним. Цьому сприяло впровадження в управління комп'ютерної техніки та новітніх інформаційних технологій.

У зв'язку з цим постає проблема надійності, що є дуже важливим для сучасних інформаційних систем (ІС). Можна навести приклади багатьох систем, для яких вирішення проблеми надійності насправді означає, бути чи не бути даній системі ефективною. До них можна віднести й різні інформаційні системи, які мають в своєму складі велику кількість комп'ютерів, що мають мережеву структуру, територіально розподілені інформаційні системи, інформаційні системи вимірювання параметрів різних об'єктів, системи моніторингу тощо.

Застосування мережевих інформаційних систем, баз і банків даних, зручних і зрозумілих користувачеві інтерфейсів, використання можливостей Інтернет – все це створило важливі передумови для децентралізації управління, прийняття ефективних та своєчасних управлінських рішень в економічних системах.

Сьогодні досвід використання ІС (як західних, так і вітчизняних) на українських підприємствах вказує на те, що не завжди впровадження ІС було успішним і принесло підприємству відчутну фінансову вигоду.

Для забезпечення ефективності ІС в процесі її впровадження слід не лише описати та проаналізувати бізнес-процеси, а й забезпечити інтеграцію існуючої програмно-апаратної платформи.

Впровадження автоматизованої інформаційної системи повинно сприяти підвищенню ефективності виробничо-господарської діяльності, економічних об'єктів і забезпечувати якість управління.

В основі створення ІС успішних компаній лежать наступні принципи:

- основою для впровадження нової інформаційної системи повинна бути економічна необхідність, а не поява нових технологій;
- обсяг фінансування створення нової ІС повинен визначатися міркуваннями фінансової вигоди;
- нова ІС повинна мати просту і гнучку структуру;
- потрібно постійно вдосконалювати ІС з метою досягнення оптимальної продуктивності, надійності та зручності використання;
- інформаційно-комп'ютерний підрозділ підприємства повинен добре орієнтуватись у бізнесі, а фахівці з інших підрозділів – розуміти методи ефективного використання інформаційних технологій.

Для успішного впровадження чи використання інформаційних технологій потрібна ефективна взаємодія людини з інформаційною системою.

Крім цього, актуальним є питання аналізу можливих загроз та ризиків для конкретної інформаційної системи, вибору рішень щодо адекватного надійного захисту системи за мінімуму затрат. Тому одним із найважливіших завдань, які вирішуються при побудові інформаційної системи, є організація її безпеки.

Таким чином, якість створення сучасної інформаційної системи визначається ефективністю та надійністю усіх її складових частин.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ЕКОНОМІЦІ

1.1. Основні етапи створення інформаційних систем

Інформаційні системи, як і інформація та інформаційні технології, існували з моменту появи суспільства, оскільки на будь-якій стадії його розвитку є потреба в управлінні, а для управління потрібна систематизована, заздалегідь підготовлена інформація.

ІС, призначені для вирішення завдань управління виробництвом та іншими сферами бізнесу, пройшли три стадії свого розвитку. Кожну з них характеризували відповідна структура побудови ІС, а також особливості її окремих елементів.

Між цими етапами немає чіткої межі, хоча певний вплив на їх зміст мав склад технічної бази управління. У кожному етапі можна виділити підетапи, що різняться деякими особливостями.

Початок створення ІС у нас відносять до 1963 року, коли на великих підприємствах почали використовувати ЕОМ для розв'язування задач організаційно-економічного управління. Перші такі системи обмежувалися розв'язуванням деяких функціональних управлінських задач, наприклад, задач бухгалтерського обліку. Тому системність автоматизованої обробки економічної інформації на початку 60-х років характеризувалася частковістю та локальністю. Протягом 60-х років поступово здійснено перехід від локальних систем обробки даних, призначених для тих чи інших ділянок управлінських робіт, до систем, що охоплюють широке коло задач управління (автоматизованих систем управління (АСУ)).

В ІС першого покоління (в США – системи оброблення даних, в Україні – “АСУ позадачний підхід”) для кожної задачі готували окремо дані у вигляді файлових структур, створювали свою (власну) математичну модель, розробляли програмне забезпечення. До програм розв'язування задачі, крім інших, вносилися й процедури формування та ведення інформаційного фонду, необхідного для розв'язування задачі. Такий підхід зумовлював інформаційну надмірність (записані на машинний носій дані не могли бути використані для розв'язування іншої задачі), математичну надмірність (відомо, що моделі розв'язування різних економічних задач мають спільні блоки). Був позначений тривалістю і трудомісткістю й процес розробки програмного забезпечення кожної задачі. Крім того, дуже незначні зміни в організації інформаційного фонду задач зумовлювали потребу доопрацювання програмного забезпечення. У таких системах відсутня була об'єднана спільною ідеологією база даних (БД) для підприємства, офісу, установи. Щонайбільше інформаційне забезпечення окремих задач було позадачною БД.

Подальшим розвитком ІС в економіці є створення АСУ на основі ідеології автоматизованих банків даних. Це другий етап створення ІС, який розпо-

чався у 1972 році. Розширилися технічна та програмна бази АСУ, що позначилося на урізноманітненні варіантів їх побудови з орієнтуванням на окремі класи та моделі ЕОМ, включаючи міні- та мікрокомп'ютери. Зросла також багатоваріантність ІС у зв'язку із збільшенням кількості технологічних режимів експлуатації ЕОМ та всього комплексу технічних засобів, зокрема почалося запровадження діалогового режиму та режиму телеобробки даних.

У США такі системи дістали назву управлінських ІС (IMS), а в Україні – “ІС концепція БД”. У цих системах моделі, як і раніше, створюються для кожної задачі окремо. Самі ж задачі різняться досить високою мірою формалізованості.

Проте відмінність ІС другого покоління (1972-1986рр.) від ІС першого покоління полягає в тому, що перші мали спільне інформаційне забезпечення усіх задач – базу даних. Організація єдиної бази даних стала можливою лише завдяки тому, що були створені спеціальні програмні продукти – системи управління базами даних (СУБД). Основне призначення СУБД – створення та підтримка в актуальному стані бази даних, а також зв'язок її з програмами розв'язування економічних задач (прикладні програми користувачів).

У середині 80-х років був нагромаджений значний досвід створення та використання інформаційних систем організаційного управління. Так, у 1988 році функціонувало близько 6000 АСУ різних рівнів та проблемної орієнтації, у тому числі 2600 АСУ підприємств і об'єднань (АСУП). Створено значну кількість автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП), систем автоматизованого проектування конструкцій та технологій (САПР).

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень щодо цих систем досягав 0,88.

Крім прямого економічного ефекту, впровадження АСУ мало великий вплив на зміну характеру діяльності управлінського персоналу. Підвищилась оперативність, наукова обґрунтованість та об'єктивність прийманих управлінських рішень; виникла можливість вирішення принципово нових економічних задач, які до впровадження ІС не розв'язувалися апаратом управління; збільшився час на творчу роботу працівників за рахунок скорочення обсягів виконання рутинних операцій вручну; у результаті автоматизації процесів інформаційного обслуговування підвищилась інформованість управлінського персоналу.

ІС перших двох поколінь здійснювали, як правило, розрахункові, облікові функції, передачу повідомлень, найпростіше оброблення даних. Зростання продуктивності підприємства досягалося завдяки перебуванню в полі зору системи менеджменту великої кількості партнерів, клієнтів, процесів виробництва, товарів, одиниць зберігання та обліку.

Проте докорінних змін у поліпшенні якості управління об'єктами господарювання не відбулося. Досвід функціонування ІС першого та другого поколінь виявив у них низку серйозних недоліків:

Значна кількість функцій управління економікою, що стосується неструктурованих і слабоструктурованих процедур, залишилась без комп'ютерної підтримки. По суті в АСУ вирішені задачі щодо жорстких детермінованих алгоритмів, які не притаманні керівним структурам.

Стандартний набір економічних задач і підсистем АСУ не забезпечив її необхідної гнучкості, через що модифікація та розширення функціонального складу системи пов'язані зі значними трудовитратами.

Чітка централізація обробки інформації в діючих АСУ не давала змоги здійснювати процеси оперативного управління і регулювання в реальному масштабі часу.

Недостатня кількість оптимізаційних задач у складі АСУ (1,5% у середньому) пояснюється незацікавленістю користувачів у застосуванні оптимізаційних методів; відсутністю надійної та вірогідної інформації для використання оптимізаційних розрахунків; неможливістю та недоцільністю впровадження локальних оптимізаційних задач.

В АСУ, як правило, відсутні замкнені комплекси задач управління (планування, обліку, аналізу, регулювання). Різні типи АСУ (АСУП, САПР, АСУ ТП) діяли на об'єктах господарювання автономно, без взаємозв'язку.

Системи не забезпечували оперативної взаємодії з ЕОМ керівників різних рівнів. Пакетний режим функціонування АСУ (як основний) не давав змоги створювати системи підтримки прийняття управлінських рішень (СППР), що передбачають можливість вибору альтернативного рішення.

Впровадження систем не супроводжувалося необхідною перебудовою організаційних структур управління в умовах використання автоматизованої обробки даних.

Зазначені недоліки ІС спонукали до пошуків сучасніших форм та методів їх проектування, розробки концептуальної основи ІС нового покоління.

Тому наступний етап створення ІС, який розпочався приблизно в середині 80-х років, характеризується створенням інтегрованих систем. Це багаторівневі ієрархічні автоматизовані системи управління, які забезпечують комплексну автоматизацію управління на усіх рівнях.

Третє покоління ІС будується як СППР (в англійській літературі використовується позначення DSS (Decision Support Systems)). Такі системи мають не тільки спільну БД, а й спільну базу моделей для розв'язування задач. Вони орієнтовані не на автоматизацію функцій особи, яка приймає рішення (ОПР), а на сприяння в пошуку ефективного рішення. СППР орієнтовані передусім на розв'язання слабоформалізованих задач управління підприємствами, що виникають у зв'язку з високим рівнем різноманітних невизначеностей ринкового середовища. Призначення таких систем полягає не в автоматизації функцій ОПР, а в підтримці її дій у пошуку ефективного рішення. Особлива увага в СППР приділяється діалогу та "дружності" її інтерфейсу до ОПР.

Інтегрована автоматизована система управління (ІАСУ) може розглядатися як ієрархічно організований комплекс організаційних методів, технічних, програмних, алгоритмічних та інформаційних засобів, які мають модульну структуру і забезпечують наскрізне узгоджене управління матеріальними та інформаційними потоками об'єкта управління.

Центральним поняттям в інтегрованих АСУ є поняття “інтеграція”. Інтеграцію можна визначити як спосіб організації окремих компонентів в одну систему, що забезпечує узгоджену та цілеспрямовану їх взаємодію, зумовлюючи високу ефективність функціонування усієї системи.

Інтеграцію в АСУ можна розглядати в кількох аспектах: функціональному, організаційному, інформаційному, програмному, технічному, економічному.

Функціональна інтеграція забезпечує єдність цілей та узгодження критеріїв і процедур виконання виробничо-господарських та технологічних функцій, спрямованих на досягнення поставленої мети. Основою функціональної інтеграції є оптимізація функціональної структури всієї системи, декомпозиція системи на локальні частини (підсистеми), формалізований опис функцій кожної підсистеми та протоколи взаємодії підсистем.

Організаційна інтеграція полягає в організації раціональної взаємодії персоналу управління на різних рівнях ієрархії ІАСУ і різних локальних її підсистем, що зумовлює узгодження дій персоналу в напрямку досягнення поставлених цілей та погодженість управлінських рішень.

Інформаційна інтеграція передбачає єдиний комплексний підхід до створення й ведення інформаційної бази всієї системи та її компонентів на основі одного технологічного процесу збору, зберігання, передачі та обробки інформації, який забезпечує узгоджені інформаційні взаємодії всіх локальних АСУ та підсистем ІАСУ.

Програмна інтеграція полягає у використанні узгодженого та взаємопов'язаного комплексу моделей, алгоритмів і програм для забезпечення спільного функціонування всіх компонентів ІАСУ.

Технічна інтеграція – це використання єдиного комплексу сумісних обчислювальних засобів, автоматизованих робочих місць (АРМ) спеціалістів та локальних мереж ЕОМ, об'єднаних в одну розподілену обчислювальну систему, яка забезпечує автоматизовану реалізацію всіх компонентів ІАСУ.

Економічна інтеграція є узагальнюючим комплексним показником інтеграції системи і полягає в забезпеченні цілеспрямованого та узгодженого функціонування усіх компонентів ІАСУ для досягнення найбільшої ефективності функціонування всієї системи.

Сучасний етап розробки ІС в економіці характеризується створенням ІС нового покоління, до яких належать експертні системи, системи підтримки прийняття рішень, інформаційно-пошукові системи, системи зі штучним інтелектом.

Основою створення таких систем є децентралізація структури ІАСУ та організація розподіленої обробки інформації.

Технічною передумовою створення таких систем є значне поширення персональних ЕОМ, які характеризуються низькою вартістю, невеликими габаритами, підвищеною надійністю, простотою в обслуговуванні та експлуатації, що дає змогу наблизити їх до місць виникнення та використання інформації, поділити їх за окремими сферами функціональної діяльності.

Організаційною передумовою виникнення таких систем стали процеси децентралізації управління, що відбуваються в країні.

Структурно вони реалізуються у вигляді мереж обчислювальних машин або мереж АРМ.

Сучасні інформаційні системи характеризуються такими основними особливостями:

- повне використання потенціалу настільних комп'ютерів і середовищ розподіленого опрацювання; модульна побудова системи, що передбачає існування багатьох різноманітних типів архітектурних рішень у рамках єдиного комплексу;

- економія ресурсів системи (у широкому розумінні цього терміну) за рахунок централізації збереження й опрацювання даних на верхніх рівнях ієрархії ІС;

- наявність ефективних централізованих засобів мережевого і системного адміністрування (організації обчислювального процесу), які дозволяють здійснювати наскрізний контроль за функціонуванням мережі і управління на всіх рівнях ієрархії, а також забезпечувати необхідну гнучкість і динамічну зміну конфігурації системи;

- різке зниження так званих “прихованих витрат” – експлуатаційних витрат на утримання ІС, що включають витрати, які важко виділяються в явному вигляді, що непросто передбачити в бюджеті організації (підтримка функціонування мережі, резервне копіювання файлів користувачів на віддалених серверах, налаштування конфігурації робочих станцій і підключення їх в мережу, забезпечення захисту даних, відновлення версій програмного забезпечення і т.д.).

1.2. Поняття інформаційної системи

У ДСТУ 2874-94 дано таке визначення ІС:

Інформаційна система – система, яка організовує накопичення і маніпулювання інформацією щодо проблемної сфери.

З позиції ділового бачення *інформаційна система* – це сукупність інформації, апаратно-програмних і технологічних засобів, засобів телекомунікацій, баз та банків даних, методів процедур обробки даних, персоналу управління, які організовують процес збирання, передавання, оброблення і

накопичування інформації для підготовки і прийняття ефективних управлінських рішень.

З технічної точки зору *інформаційна система* визначається як набір взаємозалежних компонентів, що збирають, обробляють, зберігають і розподіляють інформацію, щоб підтримувати процес прийняття управлінських рішень і управління організацією в цілому.

Із семантичної точки зору *інформаційна система* – сукупність різноманітних взаємопов'язаних або взаємозалежних відомостей про стан об'єкта управління та процеси, що відбуваються в ньому. Ці відомості виражені в показниках та інших інформаційних сукупностях, зібраних та оброблених за допомогою технічних (інформаційних і обчислювальних) засобів за визначеною методикою та заданими алгоритмами.

Інформаційна система не тільки відображає функціонування об'єкта управління, а й впливає на нього через органи управління. Вона є сукупністю інформаційних процесів для задоволення потреби в інформації різних рівнів прийняття рішень. Її метою є продукування інформації для використання (споживання) управлінським апаратом. Відповідно вона забезпечує нагромадження, передачу, збереження, оброблення та узагальнення інформації “знизу вгору”, а також конкретизацію інформації “зверху вниз”.

Це відбувається на основі використання економіко-математичних методів, моделей, ЕОМ і засобів комунікації. АІС реалізує принципово нову платформу управління, що ґрунтується на інтеграції управлінської інформації за допомогою механізму загального інформаційного зв'язку даних, які включають в оброблення з метою здобуття інформації для управління.

Характерною рисою ІС є те, що людина виступає активним учасником інформаційного процесу. Це виявляється в умовах функціонування АРМ, коли людина (користувач) здійснює введення інформації в систему, підтримує її в активному стані, обробляє інформацію і використовує отримані результати в управлінні. Інформація служить способом опису взаємодії між джерелом й одержувачем інформації.

Найважливіша властивість ІС – єдність управлінської інформації, що визначає єдине інформаційне забезпечення системи управління. Вхідною інформацією користуються всі органи управління (її властивості наведено в таблиці 1.1).

Місія інформаційних систем – це виробництво інформації, що її потребує організація для забезпечення ефективного управління всіма своїми ресурсами, створення інформаційного і технічного середовища для здійснення управління організацією.

Властивості вхідної інформації

Вид властивості	Характеристика
Організаційно-структурна	Відповідає структурі системи управління
Організаційно-економічна	<p><i>Надійність</i> – ступінь безперебійного функціонування.</p> <p><i>Потужність</i> – кількість операцій за одиницю часу.</p> <p><i>Пропускна здатність</i> – обсяг інформації, що проходить за одиницю часу, та обсяг результатної інформації, яка видається за одиницю часу.</p> <p><i>Усталеність</i> – здатність збереження ІС у заданих режимах.</p> <p><i>Економічність</i> – собівартість операцій оброблення, термін окупності.</p> <p><i>Ефективність</i> – рівень комплексності, рівень автоматизації.</p>
Функціональна	Порядок функціонування, змінюваність у зв'язку з розвитком об'єкта управління, надмірність інформації
Споживча	Порядок взаємодії зі споживачами інформації, своєчасність її доставки, взаємозв'язок і взаємозалежність елементів інформації.

В межах кожної ІС реалізується інформаційна технологія (ІТ).

Інформаційна технологія – методи оброблення інформації та організаційно-управлінські концепції її формування і споживання, а також сукупність усіх видів інформаційної техніки; єдність процедур щодо збирання, накопичення, зберігання, оброблення та передачі даних із застосуванням вибраного комплексу технічних засобів.

В ІС можуть використовуватись багато таких технологій. ІС є середовищем для реалізації технології, проте інформаційна технологія ширша від ІС, вона може існувати поза нею.

Базовими складовими інформаційних технологій є:

- компоненти технічного забезпечення для збору, передачі, обробки, збереження і видачі (представлення) даних;
- системне і прикладне програмне забезпечення;
- інформаційні послуги, телекомунікації, електронна комерція і банки.

Ці складові інформаційних технологій об'єднуються і взаємодіють, вагомо впливаючи на формування ринку інформаційних продуктів і послуг, і при цьому вони самі перебувають в значній залежності від стану ринку. Їх основу складають такі досягнення:

- поява можливості автоматизованої обробки інформації за допомогою комп'ютерів за заданими алгоритмами;
- поява середовища для компактного зберігання і швидкого доступу до великих об'ємів інформації;
- розвиток засобів зв'язку, які забезпечують доставляння інформації практично в будь-яку точку без суттєвих обмежень у часі та відстані;

- розробка програмного забезпечення, орієнтованого на непідготовленого споживача.

Інформаційні технології класифікуються за такими ознаками:

1) за способом реалізації в інформаційних системах (традиційні, нові інформаційні технології);

2) за ступенем охоплення завдань управління (електронна обробка даних, автоматизація функцій управління, підтримка прийняття рішень, електронний офіс, експертна підтримка);

3) за класом технологічних операцій, що реалізуються (робота з текстовим редактором, робота з електронними таблицями, робота із системами управління базами даних, робота з графічними об'єктами, мультимедійні системи, гіпертекстові системи);

4) за типом інтерфейсу користувача (пакетні, діалогові, мережеві);

5) за способом побудови мережі (локальні, багаторівневі, розподілені);

6) за видом предметної області, що обслуговується (бухгалтерський облік, банківська діяльність, податкова діяльність, страхова діяльність тощо).

Автоматизована ІС – система, що реалізує інформаційні технології у сфері управління за спільної роботи управлінського персоналу і комплексу технічних засобів.

Автоматизована економічна інформаційна система – це типовий приклад АСУ, є частиною інформаційного простору і відображає частину деякого економічного об'єкта.

Автоматизована ІС повинна забезпечувати:

- постійне спостереження за поточним станом об'єкта управління та його характеристик;

- адаптацію, тобто пристосування до прийнятої практики бізнесу та модифікації, якщо така практика змінюється;

- підтримку професійної діяльності управлінських працівників;

- взаємодію з управлінським персоналом;

- здійснення збирання та аналізу даних для управління й автоматичного виконання програмних засобів при настанні заданого часу з формуванням необхідної звітності;

- реалізацію системи підказок і рекомендацій для користувачів;

- ефективне збереження даних у БД і можливість доступу до них будь-якого кінцевого користувача зі свого робочого місця;

- взаємодію користувачів між собою на основі безпаперової технології.

Для розв'язання за допомогою обчислювальної техніки будь-якої економічної задачі необхідно створити певні умови. Ця проблема вирішується розробкою і впровадженням визначених державним стандартом з впровадження інформаційних технологій видів забезпечення, зокрема, правового, інформаційного, програмного, математичного, методичного, організаційного, технічного, лінгвістичного та ергономічного.

Організаційне забезпечення ІС – сукупність документів, що описують технологію функціонування ІС, методи вибору і застосування користувачами технологічних прийомів для одержання конкретних результатів при функціонуванні ІС.

Інформаційне забезпечення ІС – сукупність інформації, інформаційних ресурсів, засобів та методів ведення усієї інформаційної бази – об'єкта управління.

Технічне забезпечення ІС – сукупність усіх технічних засобів, використуваних при функціонуванні комп'ютерної ІС.

Математичне забезпечення ІС – сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів розв'язування задач, які застосовуються в ІС.

Програмне забезпечення ІС – сукупність програм на носіях даних і програмних документів, які призначені для налагодження, функціонування і перевірки працездатності ІС.

Лінгвістичне забезпечення ІС – сукупність засобів і правил для формалізації природної мови, які використовуються при спілкуванні користувачів та експлуатаційного персоналу ІС з комплексом засобів автоматизації при функціонуванні ІС.

Правове забезпечення ІС – сукупність правових норм, які регламентують правові відносини при функціонуванні ІС та юридичний статус результатів такого функціонування.

Методичне забезпечення ІС – сукупність документів, які описують технологію функціонування ІС, методи вибору і застосування користувачами технологічних прийомів для одержання конкретних результатів при функціонуванні ІС.

Ергономічне забезпечення ІС – сукупність засобів і методів, які створюють найсприятливіші умови праці людини в ІС, умови для взаємодії людини і ЕОМ. Тобто це сукупність реалізованих рішень в ІС по узгодженню психологічних, психофізіологічних, антропометричних, фізіологічних характеристик і можливостей користувачів ІС з технічними характеристиками комплексу засобів автоматизації ІС та параметрами робочого середовища на робочих місцях персоналу ІС.

1.3. Інформаційні системи в економіці

Ефективність функціонування економіки будь-якого об'єкта багато в чому залежить від уміння керівників різного рівня ретельно готувати й обґрунтовувати прийняті рішення. Умови ринкової (конкурентної) економіки висувають серйозні вимоги до якості, своєчасності, повноти, вірогідності економічної інформації, глибини аналізу економічних показників.

Призначення ІС полягає в описі економічного об'єкта, його станів, взаємодії, що виражаються через економічні показники.

Призначення ІС в економіці – це автоматизація розрахунків, під якою розуміють людино-машинне розв'язування економічних задач.

Управління економікою ґрунтується на інформації та породжує нову інформацію.

Певній системі управління економічним об'єктом відповідає своя інформаційна система, яку називають економічною інформаційною системою.

Економічна інформаційна система – це сукупність внутрішніх і зовнішніх потоків прямого і зворотнього інформаційного зв'язку економічного об'єкта, методів, засобів та менеджерів різних рівнів, які беруть участь в процесі переробки інформації і прийнятті управлінських рішень.

У кожній з ІС організовується і ведеться робота в таких напрямках:

- виявлення інформаційних потреб;
- добір джерел інформації;
- збір інформації;
- введення інформації з зовнішніх або внутрішніх джерел;
- опрацювання інформації, оцінка її повноти і значущості та подання її в зручному вигляді;
- виведення інформації для надання її споживачам або передачі в іншу систему;
- організація використання інформації для оцінки тенденцій, розробки прогнозів, оцінки альтернатив рішень і дій, вироблення стратегії;
- організація зворотнього зв'язку з інформації, переопрацьованої людьми даної організації, корекція вхідної інформації.

Усе це здійснюється за допомогою тих або інших інформаційних технологій у межах ІС. Для будь-якої організації (установи) істотним є встановлення регламенту функціонування ІС – від виявлення інформаційних потреб до використання інформації. Йдеться про типізацію завдань, що вирішуються в організації, встановлення періодичності отримання, опрацювання і використання інформації, стандартизацію вхідних та вихідних документів, стандартизацію процедур опрацювання інформації.

В основі будь-якої системи лежить процес. В основі ІС – процес виробництва інформації. У цьому розумінні можна розглядати ІС як систему управління, де цей процес є об'єктом управління.

Існують три рівні управління: стратегічний, тактичний та оперативний. Кожний з цих рівнів має свої завдання, при вирішенні яких виникає потреба в інформації, тобто інформаційні запити до інформаційної системи. Ці запити спрямовані до відповідної інформації в інформаційній системі. Інформаційні технології дозволяють опрацювати запити і, використовуючи наявну інформацію, сформулювати відповідь на ці запити. Таким чином, на кожному рівні управління з'являється інформація, що служить основою для прийняття відповідних рішень.

Запити до ІС і, отже, процедури формування відповіді на них можна поділити на рутинні та нерутинні. Рутинні процедури характеризуються заданістю початкової і вихідної інформації, а також визначеністю алгоритму отримання останньої з першої. Виділення рутинних задач і процедур опра-

цювання інформації дозволяє їх формалізувати, а надалі й автоматизувати. Якщо рутинні повсякденні дії автоматизовані, то набагато простіше опрацювати нерутинні випадкові запити.

ІС можуть функціонувати як із застосуванням технічних засобів, так і без них (залежно від економічної доцільності).

Зростання обсягів інформації в ІС організацій, потреба в прискоренні й більш складних способах її опрацювання зумовлюють необхідність автоматизації роботи ІС, тобто автоматизації опрацювання інформації.

У неавтоматизованій ІС всі дії з інформацією виконує людина. Автоматизація процесів опрацювання інформації приводить до появи в межах алгоритмів опрацювання правил вирішення задач. Це сприятиме переростанню “чистої” ІС в ІС управління, в межах якої частково реалізовані й функції людини з прийняття рішень.

Автоматизована інформаційна система становить сукупність інформації, економіко-математичних методів і моделей, технічних, програмних, технологічних засобів і фахівців, призначену для обробки інформації і прийняття управлінських рішень.

Автоматизована ІС управління організацією є взаємопов’язаною сукупністю даних, обладнання, програмних засобів, персоналу, стандартів процедур, призначених для збору, опрацювання, розподілу, зберігання, видачі (надання) інформації відповідно до вимог, що впливають з діяльності організації.

Як правило, це система для підтримки прийняття рішень і виробництва інформаційних продуктів, що використовує комп’ютерну інформаційну технологію, та персонал, який взаємодіє з комп’ютерами і телекомунікаціями.

Технологія роботи в комп’ютеризованій ІС повинна бути доступною для розуміння фахівцем некомп’ютерної галузі і такою, щоб бути успішно використаною для контролю процесів професійної діяльності та управління ними.

В останні роки в Україні досить стрімко на великих підприємствах почали впроваджуватись корпоративні інформаційні системи (КІС).

Корпоративна інформаційна система – це інформаційна система, яка підтримує автоматизацію функцій управління на підприємстві (в корпорації) і надає інформацію для поглиблення знань і прийняття управлінських рішень. У ній реалізована управлінська ідеологія, яка об’єднує бізнес-стратегію підприємства і прогресивні інформаційні технології.

Повноцінна КІС повинна забезпечувати інформаційну прозорість підприємства, формувати єдиний інформаційний простір, який об’єднує інформаційні потоки, що йдуть від виробництва до нього, з даними фінансово-господарських служб і видавати необхідні повідомлення для всіх рівнів управління підприємства.

Отже, корпоративна інформаційна система – це цілісний програмно-апаратний комплекс, що дозволяє задовольнити як поточні, так і стратегічні потреби підприємства в опрацюванні даних.

2. КЛАСИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

2.1. Основні класифікаційні ознаки ІС

Інформаційні системи можуть значно різнитися за видами процесів управління, рівнем управління, сферою функціонування економічного об'єкту та його організації, типами об'єктів управління, ступенем автоматизації управління, характером та обсягом розв'язуваних задач й іншими ознаками.

Загальноприйнятої класифікації ІС у даний час не існує, тому їх можна класифікувати за різними ознаками, а саме:

- за рівнем або сферою діяльності;
- за рівнем автоматизації процесів управління;
- за рівнем автоматизації інформаційних процесів;
- за ступенем централізації обробки інформації;
- за ступенем інтеграції функцій;
- за видами процесів управління і т.ін.

Наприклад, автоматизовані інформаційні системи можуть бути класифіковані за такими ознаками:

1) за сферою функціонування (АІС промисловості, АІС сільського господарства, АІС транспорту, АІС зв'язку);

2) за видами процесів управління (АІС управління технологічними процесами, АІС управління організаційно-технологічними процесами, АІС організаційного управління, АІС наукових досліджень, навчальні АІС);

3) за рівнем у системі державного управління (галузеві АІС, територіальні АІС, міжгалузеві АІС).

Крім того, автоматизовані ІС можуть бути класифіковані за типом підтримки, яку вони забезпечують організації. Системи першого класу (системи забезпечення операцій) обробляють інформацію, що генерується та використовується в ділових операціях. Вони поділяються на три групи:

- *системи оброблення операцій*, які реєструють та обробляють дані, одержані внаслідок ділових операцій, таких як продаж, закупівля або зміни у матеріально-виробничих запасах. Це може проводитись або способом пакетного оброблення даних, або в масштабі реального часу;

- *автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)*, що приймають рішення з типових питань, таких як управління виробничим процесом;

- *системи співробітництва на підприємстві*, які використовують комп'ютерні мережі для забезпечення зв'язку, координації та співробітництва відділів і робочих груп, що беруть участь у процесі.

Системи другого класу (системи забезпечення менеджменту) надають допомогу менеджерам у прийнятті рішень. Такі системи поділяють на види:

- *інформаційні менеджерські системи* – системи забезпечення менеджменту, що виробляють заздалегідь визначені звіти, подають відображення даних і результати вжитих заходів на періодичній основі або за запитом;
- *системи підтримки прийняття рішень* – ІС, які використовують моделі прийняття рішень, БД й особисті міркування особи в кожному конкретному випадку для здійснення діалогового аналітичного процесу моделювання з тим, щоб ця особа прийняла певне рішення;
- *управлінські ІС* – це ІС з додатковими можливостями для управління, такими, як аналіз даних з використанням засобів підтримки прийняття рішень, економії праці та інструментарію підвищення особистої продуктивності.

2.2. Класифікація автоматизованих інформаційних систем

Таким чином, інформаційні системи можна класифікувати:

1. За рівнем або сферою діяльності – державні, територіальні (регіональні), галузеві, об'єднань, підприємств або установ.

Державні ІС призначені для вирішення найважливіших народногосподарських проблем країни. На базі використання обчислювальних комплексів та економіко-математичних методів в них складають перспективні та поточні плани розвитку країни, ведуть облік результатів та регулюють діяльність окремих ланок народного господарства, розробляють державний бюджет та контролюють його виконання тощо.

Центральне місце в мережі державних ІС належить автоматизованій системі державної статистики (АСДС). Роль та місце АСДС в ієрархії управління визначається тим, що вона є основним джерелом статистичної інформації, необхідної для функціонування усіх державних та регіональних ІС.

Серед ІС, з якими взаємодіє АСДС, важливе місце належить автоматизованій системі планових розрахунків (АСПР). АСПР функціонує при Міністерстві економіки України і призначена для розробки народногосподарських планів та контролю за їх виконанням в умовах застосування засобів обчислювальної техніки для збору та обробки інформації.

Взаємодія АСДС та АСПР передбачає спільний аналіз соціально-економічних проблем розвитку народного господарства.

АСДС взаємодіє також з державною інформаційною системою фінансових розрахунків (АСФР) при Міністерстві фінансів України.

АСФР призначена для автоматизації фінансових розрахунків на базі сучасної обчислювальної техніки з формування державного бюджету країни та контролю за його виконанням. При цьому вона використовує статистичну інформацію про випуск і реалізацію продукції, фонди споживання, запаси та витрати фінансових ресурсів тощо.

Відомі й інші державні ІС: система обробки інформації з цін (АСОІ цін), система управління національним банком (АСУ банк), система обробки науково-технічної інформації (АСО НТІ) та ін.

Відповідно до рівня у системі державного управління виділяють *галузеві, територіальні та міжгалузеві АІС*, які водночас є системами організаційного управління, але вже більш високого рівня ієрархії.

Територіальні (регіональні) АІС призначені для управління адміністративно-територіальними районами. Сюди належать ІС області, району, міста. Ці системи виконують роботи з обробки інформації, яка необхідна для реалізації функцій управління регіоном, формування звітності й видачі оперативних даних місцевим і керівним державним та господарським органам.

Діяльність територіальних систем спрямована на якісне виконання управлінських функцій у регіоні, формування звітності, видачу оперативних відомостей місцевим державним і господарським органам.

Галузеві АІС функціонують у сферах промислового та агропромислового комплексів, у будівництві, на транспорті, вирішуючи завдання інформаційного обслуговування апарату управління відповідних відомств. Галузеві ІС управління призначені для управління підвідомчими підприємствами та організаціями. В них розв'язуються задачі інформаційного обслуговування апарату управління галузевих міністерств та їх підрозділів. Галузеві ІС відрізняються сферами застосування – промислова, непромислова, наукова.

Міжгалузеві АІС є спеціалізованими системами функціональних органів управління національною економікою (банківські, фінансові, статистичні та ін.). Маючи у своєму складі потужні обчислювальні комплекси, міжгалузеві багаторівневі АІС забезпечують розробку економічних і господарських прогнозів, державного бюджету, здійснюють контроль результатів та регулювання діяльності всіх ланцюгів, а також контроль наявності і розподілу ресурсів.

Інформаційні системи управління підприємствами (АСУП) або виробничими об'єднаннями (АСУ ВО) – це системи із застосуванням сучасних засобів автоматизованої обробки даних, економіко-математичних та інших методів для регулярного розв'язування задач управління виробничо-господарською діяльністю підприємства.

2. За видами процесів – управління, проектування, дослідження, навчання.

Інформаційні системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) керують станом технологічних процесів. **АІС управління технологічними процесами** – це людино-машинні системи, що забезпечують управління технологічними пристроями, верстатами, автоматичними лініями.

Перша й головна відмінність цих систем від всіх попередніх полягає передусім у характері об'єкта управління – для АСУ ТП це різноманітні машини, прилади, обладнання, а для державних, територіальних та інших АСУ – це колективи людей. Друга відмінність полягає у формі передачі інформації. Для АСУ ТП основною формою передачі інформації є сигнал, а в інших АСУ – документи.

АІС управління організаційно-технологічними процесами – багаторівневі, ієрархічні системи, що поєднують у собі АІС управління технологічними процесами та АІС управління підприємствами.

АІС організаційного управління об'єктом призначені для автоматизації функцій управлінського персоналу, обслуговують виробничо-господарські, соціально-економічні функціональні процеси, що реалізуються на всіх рівнях управління економікою, зокрема:

- банківські АІС;
- АІС фондового ринку;
- фінансові АІС;
- страхові АІС;
- податкові АІС;
- АІС митної служби;
- статистичні АІС;
- АІС промислових підприємств та організацій.

Основними функціями таких систем є оперативний контроль і регулювання, оперативний облік і аналіз, перспективне і оперативне планування, бухгалтерський облік, управління збутом і постачанням та розв'язок інших економічних та організаційних завдань.

Інтегровані АІС призначені для автоматизації всіх функцій управління фірмою і охоплюють весь цикл функціонування економічного об'єкта, починаючи від науково-дослідних робіт, проектування, виготовлення, випуску та збуту продукції до аналізу експлуатації виробу.

Корпоративні АІС використовуються для автоматизації всіх функцій управління фірмою чи корпорацією, яка має територіальну відокремленість підрозділів, філій, відділів, офісів тощо.

АІС наукових досліджень забезпечують високу якість та ефективність міжгалузевих розрахунків і наукових дослідів. За методичну базу таких систем правлять економіко-математичні методи, за технічну – різноманітна обчислювальна техніка і технічні засоби для проведення експериментальних робіт з моделювання.

Як організаційно-технологічні системи, так і системи наукових досліджень можуть включати в себе системи автоматизованого проектування робіт (САПР). САПР використовуються для проектування деталей та вузлів машин, елементної бази, виробничого і технологічного проектування. Такі системи призначені для автоматизації праці інженерів-проектувальників і розробників нової техніки чи технології. Вони допомагають здійснювати:

- розробку нових виробів і технологій їх виробництва;
- різноманітні інженерні розрахунки;
- створення графічної документації (креслень, схем тощо);
- моделювання проєктованих об'єктів;
- створення управлінських програм для верстатів із числовим програмним управлінням.

Навчальні АІС набувають значного поширення у підготовці спеціалістів системи освіти, у підготовці та підвищенні кваліфікації працівників різних галузей.

3. За рівнем автоматизації процесів управління – інформаційно-пошукові, інформаційно-довідкові, інформаційно-керівні, системи підтримки прийняття рішень, інтелектуальні ІС.

Залежно від мети функціонування та завдань, які покладені на ІС на етапах збору та змістової обробки даних, розрізняють такі типи ІС: інформаційно-пошукові, інформаційно-довідкові, інформаційно-управляючі (управлінські), інтелектуальні інформаційні системи та системи підтримки прийняття рішень.

Інформаційно-пошукові системи (ІСП) орієнтовані на розв’язування задач пошуку інформації. Змістова обробка інформації у таких системах відсутня.

В *інформаційно-довідкових системах* (ІДС) за результатами пошуку обчислюють значення арифметичних функцій.

Інформаційно-управляючі системи (відомі ще під назвою “автоматизовані системи організаційного управління”) являють собою організаційно-технічні системи, які забезпечують вироблення рішення на основі автоматизації інформаційних процесів у сфері управління. Ці системи призначені для автоматизованого розв’язування широкого кола задач управління.

До інформаційних систем нового покоління належать системи підтримки прийняття рішень та інформаційні системи, побудовані на штучному інтелекті (інтелектуальні ІС).

СППР – це інтерактивна комп’ютерна система, яка призначена для підтримки різних видів діяльності при прийнятті рішень із слабоструктурованих або неструктурованих проблем.

Інтерес до СППР, як перспективної галузі використання обчислювальної техніки та інструментарію підвищення ефективності праці у сфері управління економікою, постійно зростає. У багатьох країнах розробка та реалізація СППР перетворилася на частину бізнесу, яка швидко розвивається.

Штучний інтелект – це штучні системи, створені людиною на базі ЕОМ, що імітують розв’язування людиною складних творчих задач. Створенню *інтелектуальних інформаційних систем* сприяла розробка в теорії штучного інтелекту логіко-лінгвістичних моделей. Ці моделі дають змогу формалізувати конкретні змістовні знання про об’єкти управління та процеси, що відбуваються в них, тобто ввести в ЕОМ логіко-лінгвістичні моделі поряд з математичними. Логіко-лінгвістичні моделі (це семантичні мережі, фрейми, продукувальні системи) іноді об’єднуються терміном “програмно-апаратні засоби в системах штучного інтелекту”.

Розрізняють три види інтелектуальних ІС:

- інтелектуальні інформаційно-пошукові системи (системи типу “запитання-відповідь”), які у процесі діалогу забезпечують взаємодію кінцевих користувачів – непрограмістів з базами даних та знань професійними мовами користувачів, близькими до природних;
- розрахунково-логічні системи, які дають змогу кінцевим користувачам, що не є програмістами та спеціалістами в галузі прикладної математики, розв’язувати в режимі діалогу з ЕОМ свої задачі з використанням складних методів і відповідних прикладних програм;
- експертні системи, які дають змогу проводити ефективну комп’ютеризацію областей, в яких знання можуть бути подані в експертній описовій формі, але використання математичних моделей утруднене або неможливе.

В економіці України найпоширенішими є *експертні системи*. Це системи, які дають змогу на базі сучасних персональних комп’ютерів виявляти, нагромаджувати та коригувати знання з різних галузей народного господарства (предметних областей).

4. За рівнем автоматизації інформаційних процесів – ручні ІС, автоматизовані ІС, автоматичні ІС.

Ручні ІС характеризуються відсутністю сучасних технічних засобів обробки інформації і виконанням всіх операцій людиною за заздальгідь розробленими методиками.

Автоматизовані ІС – людино-машинні системи, які забезпечують автоматизований збір, обробку і передачу інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень в організаціях різного типу.

Автоматичні ІС характеризуються виконанням всіх операцій по обробці інформації автоматично, без участі людини, але залишають за людиною контрольні функції.

5. За ступенем централізації обробки інформації – централізовані ІС, децентралізовані ІС, інформаційні системи колективного використання.

Централізовані АІС – накопичення і обробка інформації здійснюється в єдиному центрі. Доступ до АІС може здійснюватись з одного або багатьох терміналів.

Децентралізовані АІС побудовані за автономним принципом. Кожна АІС певного рівня обслуговує певне коло користувачів. Прикладом може бути АІС державної статистики: АІС районного рівня обслуговує певний район, АІС обласного рівня – певну область і т.д. У разі необхідності інформація може бути отримана з будь-якого рівня.

АІС колективного користування характерна тим, що доступ до неї може бути з багатьох різних терміналів, які під’єднані до АІС.

6. За ступенем інтеграції функцій – багаторівневі ІС з інтеграцією за рівнями управління (підприємство-об'єднання, об'єднання – галузь і т.ін.), багаторівневі ІС з інтеграцією за рівнями планування тощо.

Однорівневі АІС – це інформаційні системи, які обслуговують окремі підрозділи управління чи виробництва. Наприклад, АІС фінансового відділу, АІС диспетчера виробництва.

До *багаторівневих АІС* з інтеграцією за функціями управління належать, наприклад, бухгалтерські АІС, виробничі АІС, кадрові АІС тощо.

Прикладами багаторівневих АІС з інтеграцією за рівнями управління є загальнодержавні АІС, галузеві АІС, АІС підприємств тощо.

3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІС

3.1. Завдання та функції ІС

Інформаційна система покликана своєчасно подавати органам управління необхідну і достатню інформацію для прийняття рішень, якість яких забезпечує високоефективну діяльність об'єкта управління та його підрозділів. До головних її завдань належать:

- виявлення та збір інформації з різних джерел;
- реєстрація, оброблення та видача інформації, що характеризує стан виробництва й управління;
- розподіл інформації між керівниками, підрозділами та виконавцями відповідно до їх участі в управлінні.

З появою нових інформаційних технологій поняття “завдання” розглядається значно ширше – як завершений комплекс опрацювання інформації, що забезпечує або видачу прямої управлінської дії на хід виробничого процесу, або видачу необхідної інформації для прийняття управлінських рішень. Завдання ІС повинно розглядатись як елемент системи управління, а не як елемент системи опрацювання даних.

Функція ІС – сукупність дій інформаційної системи, яка спрямована на досягнення зазначеної мети.

Наприклад, автоматизовані економічні інформаційні системи – системи, основні функції яких зводяться до виконання таких операцій над економічною інформацією, як реєстрація, ввід, передача, зберігання, обробка, відображення тощо.

Потенційні можливості ІС реалізуються через їх функції, до яких належать:

- обчислювальна – вчасно і якісно виконує оброблення інформації в усіх аспектах, що цікавлять систему управління;
- відслідковувальна – відстежує і формує всю необхідну для управління зовнішню та внутрішню інформацію;
- запам'ятовувальна – забезпечує безупинне накопичення, систематизацію, збереження і відновлення всієї необхідної інформації;
- комунікаційна – забезпечує передачу потрібної інформації в задані пункти;
- інформаційна – реалізує швидкий доступ, пошук і видачу необхідної інформації;
- регулювальна – здійснює інформаційно-керуючий вплив на об'єкт управління і його ланки при відхиленні їхніх параметрів функціонування від заданих значень;
- оптимізаційна – забезпечує оптимальні розрахунки в міру зміни цілей, критеріїв та умов функціонування об'єкта управління;
- прогнозна – визначає основні тенденції, закономірності та показники розвитку об'єкта управління;

- аналітична – визначає основні показники техніко-економічного рівня виробництва і господарської діяльності;
- документувальна – забезпечує формування всіх обліково-звітних, планово-розпорядничьких, конструкторсько-технологічних та інших форм документів.

За тривалістю функції ІС розбивають на дві групи:

- 1) неперервні функції (Н-функції) – функції, для виконання яких необхідне неперервне функціонування засобів системи, що беруть участь у їх реалізації, протягом всього розрахункового інтервалу часу (зміни, місяця, року);
- 2) функції-процедури (дискретні функції, Д-функції) – функції, виконання яких зводиться до епізодичної реалізації деяких процедур в заздалегідь визначені моменти часу або при надходженні запитів.

Межа між цими двома видами функцій нечітка, деякі функції ІС можна розглядати і як Н-функції, і як Д-функції.

Декомпозиція ІС за функціональною ознакою містить виділення її окремих частин, які називають функціональними підсистемами (функціональними модулями), що реалізують систему функцій управління. Функціональна ознака вказує на призначення підсистеми, тобто для якої сфери діяльності вона призначена і які основні цілі, завдання та функції вона виконує. Функціональні підсистеми значною мірою залежать від предметної області інформаційних систем.

3.2. Структура ІС

Структура ІС складається з таких компонентів:

- власне інформації;
- системи оброблення інформації;
- входу;
- виходу;
- внутрішніх і зовнішніх каналів.

Кожна система існує не відокремлено, а під дією як суміжних систем, так і навколишнього середовища. Кількість таких впливів безмежна, але враховуються тільки ті з них, які суттєво впливають на досліджувані параметри системи. Ці впливи називаються входами. Входи поділяють на керуючі та збурювальні. До керуючих впливів належать директиви, економічні нормативи, планові завдання, корективи обсягів робіт та ін.; до збурювальних – зриви у постачанні матеріалів (зовнішні), хвороби працівників, простої, вихід з ладу устаткування (внутрішні).

Оскільки всі системи – взаємозалежні, кожна з них, у свою чергу, впливає на зовнішнє середовище. Особливості цього впливу визначаються виходом системи.

Вхід і вихід системи є взаємозалежними, між ними існує прямий причинно-наслідковий зв'язок, що виявляється у функціонуванні системи.

Окрім вхідних і вихідних параметрів, система характеризується множиною змінних, які визначають внутрішній стан.

При дослідженні системи управління найбільший інтерес викликає залежність між її входом і виходом. Відповідно зміну вихідних параметрів під впливом вхідних кваліфікують як перетворення системи.

Цілеспрямованим впливом однієї системи (підсистеми) на іншу, який має на меті змінити її поведінку в певному напрямі (відповідно до заданої мети), є управління. Звідси випливає, що система, яка реалізує процес управління, складається, як мінімум, із двох частин: керованої (якою управляють) і керуючої (яка управляє).

Керована система – це виробничо-технічна система, а керуюча – це система вищого рівня. Механізми процесу управління дуже складні та важко-доступні для розгляду. Розкрити їх зміст допомагає кібернетичний підхід, який розглядає тільки інформаційні процеси.

При вивченні теоретичних основ ефективності широко використовуються такі поняття як система, об'єкт, елемент.

Елемент – це такий об'єкт, окремі частини якого не представляють суттєвого інтересу в межах певного аналізу.

Під терміном “система” будемо вважати множину (сукупність) діючих об'єктів, взаємозв'язаних між собою функціонально і розглядуваних як єдине структурне ціле.

Кожна система має властивості подільності і цілісності.

Властивість подільності означає, що систему можна уявити як таку, що складається з самостійних частин, кожна з яких може розглядатися як самостійна підсистема. Можливість виділення підсистем (декомпозиція системи) спрощує її аналіз, розробку, впровадження та експлуатацію і в той же час є досить складним завданням.

Властивість цілісності вказує на узгодженість цілей функціонування підсистем та елементів системи з цілями всієї системи.

Поняття “елемент”, “об'єкт” і “система” досить відносні. Поділ системи на елементи залежить від потрібної точності аналізу, від рівня наших уявлень про систему тощо. Крім того, об'єкт, який вважався системою в одному дослідженні, може розглядатись як елемент, якщо вивчається система більшого масштабу. Наприклад, в інформаційній мережевій системі елементом може вважатись комп'ютер, термінал, канал зв'язку та ін. А розглядаючи функціонування комп'ютера, можна виділити процесор, вхідні та вихідні пристрої, інтерфейси і т.д.

Структура ІС – характеристика внутрішнього стану системи, опис постійних зв'язків між її елементами.

Функціональна структура ІС – структура, елементами якої є підсистеми (компоненти), функції ІС або її частини, а зв'язки між елементами – це потоки інформації, що циркулює між ними при функціонуванні ІС.

Технічна структура ІС – структура, елементами якої є обладнання комплексу технічних засобів ІС, а зв'язки між елементами відбивають інформаційний обмін.

Організаційна структура ІС – структура, елементами якої є колективи людей та окремі виконавці, а зв'язки між елементами – інформаційні, субпідрядності і взаємодії.

Документальна структура ІС – структура, елементами якої є неподільні складові і документи ІС, а зв'язки між елементами – взаємодії, вхідності і субпідрядності.

Алгоритмічна структура ІС – алгоритми, зв'язки між якими реалізуються за допомогою інформаційних масивів.

Програмна структура ІС – елементами структури є програмні модулі, зв'язки між якими реалізуються у вигляді інформаційних масивів.

Інформаційна структура ІС – структура, елементами якої є форми існування і подання інформації у системі, а зв'язки між ними – операції перетворення інформації в системі.

Таким чином, кожна система характеризується:

структурою – множиною елементів системи і взаємозв'язків між ними;
функціями кожного елемента системи і системи в цілому;
входом і виходом кожного елемента і системи в цілому;
цілями й обмеженнями системи та її окремих елементів.

Інформаційні системи можуть мати просту та складну структуру. Їх ускладнення іде сьогодні в різних напрямках. З одного боку, в склад систем входить все більша кількість комплектуючих елементів. З другого боку, ускладнюється їх структура, визначаючи з'єднання окремих елементів та їх взаємодію в процесі функціонування і підтримки працездатності. При цьому ускладнення систем є прямим наслідком постійно зростаючої відповідальності виконуваних ними функцій, складності та різноманітності цих функцій.

При інших рівних умовах система, яка складається з великої кількості комплектуючих елементів та має більш складну структуру і складний алгоритм функціонування, є менш надійною порівняно з простішою системою. Все це вимагає розробки спеціальних методів забезпечення надійності таких систем, включаючи розробку математичних методів розрахунку надійності та експериментальної оцінки.

3.3. Фактори впливу на ефективність ІС

Для розгляду теоретичних основ ефективності інформаційних систем, введемо основні терміни та визначення, що характеризують надійність системи, як визначальну характеристику ефективності її функціонування.

Надійність системи – властивість її зберігати працездатність в заданих умовах функціонування. Говорячи про працездатність, слід зразу ж визначити критерій відмови системи. Відмова – це подія, після виникнення якої система втрачає здатність виконувати задане призначення. Ці два поняття в пе-

вному розумінні виражаються одне через друге: відмова — це втрата працездатності. Але для тієї чи іншої інформаційної системи конкретне визначення відмови залежить від багатьох факторів: призначення системи, виконаного завдання, вимог до виконання даної конкретної функції та ін.

У теорії надійності розрізняють дві основні категорії відмов: раптові та поступові.

Раптова відмова виникає внаслідок стрибкоподібної зміни вихідного параметра системи, в результаті чого він виявляється поза областю допустимих значень.

Причинами раптових відмов є, наприклад, обриви, порушення контактів, короткі замикання тощо.

За характером прояву така відмова стійка, тобто приводить до втрати працездатності апаратури на час усунення відмови.

Поступова відмова виникає внаслідок дрейфів параметрів системи під впливом зовнішніх факторів: зміни температури середовища, вологості, напруги живлення, часу тощо. Дрейфи приводять до відмови в момент перевищення вихідним параметром допустимого значення. Оскільки дрейф параметрів може бути оборотним, працездатність системи в багатьох випадках відновлюється при зменшенні інтенсивності зовнішньої дії.

Відмови, що самоусуваються, називаються збоями.

Комп'ютер, що є в складі ІС, може вийти з ладу не тільки внаслідок збою операційної системи, дій користувача чи зловмисника, а й в результаті збою апаратного пристрою. Навіть найкращі операційні системи є надійними настільки, наскільки надійною є їх апаратна платформа. Відмови апаратних пристроїв, їх компонент приводять в кращому випадку до простоїв системи, в гіршому — до втрати даних. У зв'язку з цим не можна ігнорувати наступне:

- будь-який механічний або електронний пристрій рано чи пізно відмовить, у тому числі жорсткий диск чи материнська плата;
- електрична енергія, що використовується для живлення більшості комп'ютерних систем, може бути непередбачено вимкнена, спотворена шумами, викидами.

Висока складність та мініатюрні розміри електронних пристроїв роблять їх дуже чутливими до якості електричного живлення. В той же час якість сучасної енергетичної системи не розрахована на відповідність вимогам до живлення комп'ютерних систем.

Розрізняють чотири типи проблем, властивих енергетичним системам:

- вимикання живлення;
- “зашумлення” електричної напруги;
- викиди напруги;
- падіння напруги.

Наслідки вимикання живлення очевидні, комп'ютер просто перестає працювати.

Причиною шумів, що спотворюють напругу живлення, є електромагнітне випромінювання від неекранованих електронних пристроїв та природних явищ, а наслідком може бути відмова деяких чутливих пристроїв.

Викиди напруги – це раптове збільшення амплітуди напруги до рівня, що перевищує максимально можливе допустиме значення і може бути причиною виведення з ладу обладнання.

Падіння напруги – це короточасне зниження амплітуди напруги до рівня, недостатнього для нормального функціонування пристроїв. Реакцією на падіння напруги може бути самовільне перезавантаження комп'ютера, в результаті чого можуть бути втрачені дані або пошкоджені апаратні пристрої.

Найбільш ефективним захистом при використанні неякісних систем живлення є джерела безперебійного живлення.

Основні ознаки класифікації відмов подані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Класифікація відмов

Ознака класифікації	Вид відмови
Характер змін параметра до моменту відмови	раптова поступова (параметрична) збої
Ступінь втрати корисних властивостей	повна часткова
Відновлюваність корисних властивостей	незворотня зворотня
Зв'язок з іншими відмовами	незалежна залежна
Наявність зовнішніх ознак	явна неявна
Причина виникнення	конструктивна технологічна експлуатаційна
Період появи	період напрацювання при роботі нормальна експлуатація період старіння при зберіганні при випробуваннях
Ціна відмови	простоювання техніки (збитки від ремонту) невиконання завдання (втрати від цього) моральні збитки

Залежно від характеру обслуговування розрізняють системи відновлювані та невідновлювані.

Система називається невідновлюваною (або одноразової дії), якщо використання її припиняється зразу ж після першої відмови.

Інформаційні системи бувають простими і складними.

Простими системами вважаються такі, в яких чітко визначена ознака відмови, тобто можна вказати елемент, відмова якого приводить до відмови системи.

Надійність – властивість зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах і умовах використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання і транспортування.

Надійність є комплексною властивістю, що включає такі складові, як безвідмовність, ремонтпридатність, збережуваність і довговічність, а також безпечність, відмовостійкість та живучість.

Безвідмовність – властивість безперервно зберігати працездатний стан протягом деякого часу роботи чи деякого напрацювання.

Ремонтпридатність – властивість відновлювати працездатність у процесі технічного обслуговування та ремонту.

Збережуваність – властивість безперервно зберігати справний і працездатний стан протягом зберігання, після зберігання або транспортування.

Довговічність – властивість зберігати працездатний стан до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонту (граничний стан – стан об'єкту, при якому його подальша експлуатація або технічно неможлива, або економічно не вигідна).

Ці складові надійності загально визнані і використовуються для аналізу широкого класу систем та пристроїв. Сучасні інформаційно-вимірювальні системи та системи збору і обробки інформації будуються на основі складної мікропроцесорної техніки. Усталені режими та умови експлуатації таких систем можуть порушуватись, однак при цьому працездатність повинна зберігатись хоча б частково.

Здатність пристрою чи системи зберігати працездатність при порушенні режимів та умов експлуатації, а також у випадках відмови окремих елементів системи характеризується такими властивостями, як відмовостійкість та живучість.

Відмовостійкість – властивість пристрою чи системи зберігати повну або часткову працездатність у випадках відмов окремих елементів, що не пов'язані із зовнішніми нерегламентованими діями.

Живучість – властивість пристрою чи системи зберігати повну або часткову працездатність у випадках відмов окремих елементів, що пов'язані із зовнішніми нерегламентованими діями.

Безпечність – здатність системи функціонувати, не переходячи в небезпечний стан. Для інформаційних систем ця властивість не є суттєвою в порівнянні, наприклад, із системами атомної енергетики.

Ефективність та рівень надійності ІС залежать від таких основних факторів:

- 1) складу та рівня надійності використовуваних технічних засобів, їх взаємозв'язку в надійнісній структурі комплексу технічних засобів (КТЗ) ІС;
- 2) складу та рівня надійності використовуваних програмних засобів, їх змісту (можливостей) та взаємозв'язку в структурі програмного забезпечення (ПЗ) ІС;
- 3) рівня кваліфікації персоналу, організації його роботи та рівня надійності його дій;
- 4) раціональності розподілу завдань, які вирішує система, між КТЗ, ПЗ і персоналом ІС;
- 5) режимів, параметрів та організаційних форм технічної експлуатації КТЗ ІС;
- 6) міри використання різних видів резервування (структурного, інформаційного, часового, алгоритмічного, функціонального тощо);
- 7) міри використання методів та засобів технічної діагностики;
- 8) реальних умов функціонування ІС.

3.4. Особливості ІС з точки зору ефективності

При вирішенні питань, пов'язаних із забезпеченням необхідного рівня ефективності ІС, необхідно враховувати такі особливості:

- 1) кожна ІС є багатофункціональною системою, функції якої мають суттєво різну значущість і, відповідно, характеризуються різним рівнем вимог до надійності їх виконання;
- 2) в багатьох ІС можуть виникати деякі критичні ситуації, які є поєднанням відмов чи помилок функціонування системи і здатні привести до значних порушень у висвітленні інформації;
- 3) у функціонуванні ІС беруть участь різні види її забезпечення та персонал, які можуть в тій чи іншій мірі впливати на рівень надійності ІС та, відповідно, її ефективність;
- 4) в склад кожної ІС входить велика кількість різнорідних елементів (технічних, програмних та ін.), при цьому у виконанні однієї функції ІС зазвичай беруть участь декілька різних елементів, а один і той же елемент може брати участь у виконанні кількох функцій системи.

4. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІС

4.1. Технічна, економічна та оперативна ефективність ІС

Ефективність — сукупність властивостей, які визначають ступінь пристосування системи до виконання поставлених перед нею завдань.

Із двох систем ефективнішою вважається та, яка краще відповідає своєму призначенню.

Ефективність може бути технічною, економічною, оперативною і т.д.

Технічна ефективність — міра пристосування системи до виконання експлуатаційного завдання, обумовлена її технічними характеристиками.

Економічна ефективність — міра вигідності економічних затрат на створення і використання системи.

Оперативна ефективність — характеристика результатів використання системи, обумовлена не тільки її технічним станом, але й протидіючими факторами.

Якщо поняття надійності використовується для оцінки технічного стану складових частин системи, то поняття ефективності — для оцінки очікуваних або отриманих результатів застосування системи.

Ефективність і надійність — це комплексні поняття, які складаються з багатьох окремих взаємопов'язаних властивостей. Підвищення надійності системи не самоціль, а лише один із засобів забезпечення високого рівня ефективності. Надійність системи в значній мірі визначає загальні економічні показники її роботи.

Між надійністю і технічною ефективністю існує безпосередній зв'язок: чим надійніший об'єкт, тим вища його технічна ефективність. Тому зміна технічної ефективності може бути мірою апаратної надійності, і навпаки.

Основні фактори, що впливають на надійність ІС та її компонентів, можна розділити на дві групи:

1) апаратні (технічні), тобто такі, що залежать від стану апаратури і її елементів;

2) неапаратні, тобто такі, що не залежать від стану апаратури, але впливають на функціональну надійність.

Апаратні (технічні) фактори поділяються на конструктивно-схемні і виробничі.

До конструктивно-схемних факторів відносять:

- вибір структурної і функціональної схеми системи чи її компонентів, способів резервування і контролю;
- вибір комплектуючих елементів і матеріалів, а також робочих умов, в яких повинні працювати комплектуючі елементи;
- назначення вимог до допусків на технічні характеристики елементів;
- захист від зовнішніх і внутрішніх несприятливих впливів.

До технічних засобів забезпечення надійності конструктивного характеру відносять:

- автоматизовані цифрові, аналого-цифрові, комп'ютерні комплекси, які дозволяють проєктантам розробляти велику кількість альтернативних варіантів виробів системи і вибрати найбільш надійні та ефективні з них;
- засоби автоматизованої розробки конструкторської і технологічної документації;
- технічні засоби навчання і підвищення кваліфікації працівників (конструкторів, проєктантів);
- автоматизована система інформації з питань якості і надійності виробів.

До виробничих факторів відносять такі, що виникають в процесі підготовки виробництва, виготовлення і виробничого контролю технічних елементів системи:

- точність виконання заданої форми;
- забезпечення пружних, магнітних та електричних характеристик;
- забезпечення контактних властивостей;
- ретельність виявлення прихованих виробничих дефектів при проведенні контролю.

До технічних засобів забезпечення надійності виробничого характеру відносять:

- прогресивне автоматизоване виробничо-технологічне обладнання, засоби контролю і управління технологічними процесами.

До технічних засобів забезпечення надійності експлуатаційного характеру відносять:

- технічні засоби для відпрацювання експлуатаційної документації (стенди, макети, імітатори) і навчання експлуатуючого персоналу;
- автоматизовані засоби контролю, діагностики і пошуку несправностей, які використовуються при вводі виробів в експлуатацію;
- технічні засоби для проведення попереджувальних і регламентних робіт.

Надійність комплексів технічних засобів ІС із-за їх складності, громіздкості та індивідуальних відмінностей, як правило, експериментами не встановлюється, а розраховується в процесі проєктування.

Для визначення розрахункової надійності технічних засобів використовують дані про надійність елементів, які входять в них.

Підприємства-виготовлювачі технічних засобів мають розрахункові і експериментальні дані про їх надійність, які наводяться в каталозі Державної системи приладів, іноді в проспектах.

Надійність пов'язана з рівнем розвитку техніки, тому показники надійності технічних засобів увесь час підвищуються, що необхідно враховувати при розрахунках в подальші періоди.

Сучасна тенденція розробки технічних засобів ІС полягає в максимальному використанні приладів і засобів автоматизації, що серійно випускаються, без будь-якого втручання в їх конструкцію, технологію виробництва, режими живлення тощо.

Це досягається завдяки:

- вибору більш надійного опорного варіанту системи при проектуванні;
- спрощення системи;
- вибору найнадійніших елементів;
- полегшення режимів роботи;
- введення запасів працездатності;
- тренування елементів і системи;
- створення контролепридатних і відновлюваних систем;
- стандартизації та уніфікації елементів і вузлів;
- проведення профілактичних заходів;
- навчання персоналу.

Неапаратні фактори виникають поза сферою проектування і виробництва апаратури. До них відносяться:

- якість алгоритмів та програм для виробів з програмним управлінням;
- кваліфікація обслуговуючого персоналу і якість обслуговування апаратури;
- умови роботи апаратури, в тому числі температура, вологість, завади та ін.

Таким чином, надійність системи закладається при проектуванні, забезпечується при виробництві її апаратної частини і підтримується при експлуатації.

Ефективність інформаційної системи складається з економічності її складових частин.

Одночасно із створенням технічної бази АІС велику увагу надають економічності організації виробництва, оскільки впровадження навіть досконалої системи у виробництво з поганою організацією може знизити її ефективність.

При виборі складу інформаційного забезпечення враховують, що економічність інформації суттєво залежить від часу між її отриманням та використанням. Це в свою чергу висуває завдання пошуку оптимального об'єму інформації і моменту її отримання, що реалізується при розробці інформаційного забезпечення.

Суттєве значення має економічність технічних засобів, оскільки у вартості створення ІС вони займають основний об'єм. Одночасно з вибором відповідного даній системі типу засобів необхідно вирішувати завдання пошуку їх оптимального об'єму та відповідних цьому об'єму затрат, що можна назвати вибором оптимального рівня автоматизації.

Відомо, що виробничі об'єкти, навіть однотипні, можуть суттєво відрізнятися між собою за варіантами технологічного обладнання, кваліфікацією персоналу, умовами функціонування, рівнем автоматизації та ін. У зв'язку з цим кожен об'єкт має свій індивідуальний рівень і резерви ефективності автоматизації.

Для кожної конкретної ІС мета її створення полягає в забезпеченні найбільш повного використання можливостей об'єкта управління для вирішення поставлених перед ним завдань.

Ефективність ІС визначають порівнянням результатів від її функціонування і затрат всіх видів ресурсів, необхідних для її створення і розвитку.

Оцінку ефективності ІС проводять при:

- формуванні вимог, які ставляться до ІС;
- аналізі створюваних і функціонуючих ІС на відповідність необхідним вимогам;
- виборі найкращого варіанту створення, функціонування і розвитку ІС;
- синтезі (формуванні) найбільш доцільного варіанту побудови ІС за критерієм “ефективність – затрати”.

4.2. Взаємозв'язок показників ефективності системи і надійності її окремих елементів

Показник ефективності — це міра однієї властивості (характеристики) системи. Показник ефективності завжди має кількісний зміст, тобто є вимірюванням деякої властивості. З цієї причини використання деякого показника ефективності передбачає наявність способу вимірювання (оцінки) значення цього показника. Для оцінок ефективності систем можуть братися, наприклад, такі показники, як продуктивність, вартість, надійність, габарити і т.д.

На практиці показник ефективності вибирають так, щоб він був критичним до тих факторів, вплив яких на систему найбільш суттєвий у розглянутій конкретній ситуації. Наприклад, для обчислювальних систем, які є ланкою контуру управління, ефективність визначається швидкодією; характеристиками вхідних і вихідних сигналів, які забезпечують узгодження з датчиками і виконуючими органами; надійністю, оскільки невиконання системою функцій, покладених на неї, може привести до серйозних наслідків.

Показники ефективності можуть мати різну природу. Ними можуть бути, зокрема, і показники надійності.

Часткові показники ефективності бувають суперечливими, так як покращення одного з них може викликати погіршення інших, а це приведе до зниження ефективності системи. Наприклад, підвищення точності досягається збільшенням апаратних затрат, що приводить до зростання вартості, габаритів, споживної потужності, а інколи до зниження надійності.

У зв'язку з цим при проектуванні та експлуатації технічних компонентів системи необхідно проводити комплексну оцінку системи за показниками

ефективності з врахуванням надійності, прагнучи до максимальної ефективності системи.

Таким чином, якщо позначити деякий узагальнений показник надійності ІС через N , то можна стверджувати, що завжди має місце залежність:

$$E = f(N).$$

Отже, в інформаційній системі, з одного боку, надійність самостійного значення не має і відіграє роль лише в тій мірі, в якій вона відбивається на показниках ефективності ІС. З іншого боку, без врахування надійності неможлива реальна оцінка ефективності ІС.

При дослідженні надійності ІС, пов'язаної з ефективністю, виникають два основних завдання:

- 1) розрахунок показників ефективності ІС з врахуванням надійності;
- 2) визначення оптимального рівня надійності ІС за критерієм максимуму (мінімуму) взятого показника ефективності.

Вирішення цих завдань, особливо другого — завдання оптимізації, суттєво ускладнюється тим, що надійність ІС — складне поняття, яке не зводиться до одного числового показника. Тому постановку завдання оптимізації звичайно різко обмежують, вводячи в розгляд якийсь один (рідше два чи три) числові показники надійності, наприклад, напрацювання на відмову, і вважаючи фіксованими всі інші.

У зв'язку з цим при кількісній оцінці надійності складних систем необхідно вибрати такі показники, які б характеризували зміну ефективності системи, обумовлену відмовами елементів системи.

Мірою ефективності системи є критерій ефективності. Критерій ефективності має кількісний зміст і вимірює ступінь ефективності системи, узагальнюючи всі її властивості в одній оцінці — значенні критерія ефективності. Ефективність систем, створюваних з однією метою, оцінюється на основі одного критерію, загального для цього класу систем. Різниця в призначенні систем передбачає, що для оцінки ефективності таких систем використовуються різні критерії. Якщо при збільшенні ефективності значення критерія зростає, то критерій називається прямим; якщо значення критерія зменшується, то інверсним.

Критерій ефективності ІС визначають за великою кількістю показників, кожен з яких описує одну із сторін системи, що розглядається. Зокрема, до показників затрат ресурсів відносять матеріальні, людські, фінансові, часові та інші затрати.

Зв'язок між показниками ефективності системи і надійністю окремих елементів найчастіше встановлюють двома способами.

Перший спосіб полягає у визначенні зниження ефективності системи із за виникнення відмов окремих елементів. При цьому необхідно якимсь чином обчислити “ідеальне” значення ефективності E_0 при абсолютно

надійних елементах і “реальне” значення ефективності E , яка враховує фактичну надійність елементів.

Різниця $\Delta E = E_0 - E$ характеризує зниження ефективності. Звичайно використовують нормоване значення різниці:

$$\Delta E / E_0 = 1 - E / E_0.$$

Другий спосіб полягає у визначенні середнього значення ефективності системи з врахуванням змін її в процесі функціонування внаслідок відмов елементів. Якщо S – множина можливих станів системи, p_i – ймовірність перебування системи в стані S_i , E_i – умовний показник ефективності, обчислений при умові, що система знаходиться в i -тому стані, то ефективність системи:

$$E = \sum_{i=1}^s E_i p_i,$$

Звичайно в якості умовних показників ефективності використовують нормовані показники. Нормування здійснюється показником ефективності «головного» стану, в якому всі елементи системи справні. У цьому випадку показник ефективності:

$$\bar{E} = \sum_{i=1}^s b_i p_i,$$

де $b_i = E_i / E_0$, $0 \leq b_i \leq 1$.

Відношення E/E_0 називається коефіцієнтом збереження ефективності K_{ef} .

Звичайно це відношення неможна безпосередньо використовувати для визначення K_{ef} , оскільки “вимірювання” абсолютного рівня ефективності системи – завдання навіть важче, ніж оцінка її надійності. Тому на практиці використовують інженерні методи визначення K_{ef} за даними про надійність апаратури ІС і відносному внеску окремих пристроїв (або групи пристроїв) і в її ефективність.

Не дивлячись на труднощі у визначенні K_{ef} , цей коефіцієнт має дві безперечні переваги. По-перше, тільки K_{ef} дозволяє врахувати при оцінці надійності об’єктивно існуючі часткові відмови і зробити тим самим цю оцінку як таку, що більш правильно відображає фактичний вплив відмов апаратури на ефективність системи в цілому.

Якщо замість K_{ef} для оцінки тієї ж системи використовувати будь-який інший із відомих показників надійності, то неминуче доведеться або знехтувати частковими відмовами, що приведе до завищення оцінки, або вважати всі відмови повними, що приведе до вираженого заниження оцінки.

По-друге, K_{ef} має простий фізичний зміст поправочного коефіцієнта до показників ефективності системи, що дуже зручно як при оцінці результатів випробувань, так і при заданні вимог до надійності. Наприклад, якщо встановлено, що $K_{ef} = 0,95$, то це означає, що тільки через відмови апаратури ефективність системи знижується в середньому на 5%. Значення інших по-

казників надійності інтерпретувати подібним чином можна лише у тих часткових випадках, коли вони мають зміст K_{ef} .

Підвищення надійності системи є одним із засобів підвищення рівня ефективності. Безпосередньо впливаючи на ефективність, надійність виступає як важливий фактор, який визначає ефект від впровадження автоматизованої ІС. У зв'язку з цим при проектуванні різних частин системи виникає два взаємопов'язані завдання:

- 1) визначити для даної системи економічно раціональний рівень надійності і потрібні для його реалізації засоби (як технічні, так і грошові);
- 2) наявні матеріальні ресурси так розподілити між окремими пристроями, які забезпечують надійність, щоб отримати її максимальне значення.

Для простих систем досить розглядати два можливих стани: працездатний, який характеризується деяким показником ефективності, і стан відмови, ефективність якого рівна нулю.

Складні системи — системи, в яких відмова окремого елемента приводить не до відмови всієї системи, а лише до погіршення якості її роботи. Звичайно це багатofункціональні системи з надлишковою структурою, в яких є можливість повного або часткового резервування окремих функцій. При дослідженні складної системи необхідно оцінювати множину можливих станів, які визначаються станами елементів системи і характеризуються деякими умовними показниками ефективності, що характеризують якість функціонування системи в розглядуваному стані.

Особливостями складних обчислювальних систем є:

- багатоканальність, тобто наявність кількох каналів, призначених для виконання певних функцій, часткових по відношенню до загального завдання системи;
- багатозв'язаність, тобто велика кількість функціональних зв'язків між елементами системи;
- наявність допоміжних і дублюючих пристроїв.

Завдяки такій структурній надлишковості відмова окремих елементів не викликає повної відмови системи, тобто зупинки виконання системою заданих функцій, але погіршує якість її функціонування.

4.3. Зв'язок питомої ефективності неперервної функції системи з питомою ефективністю ІС

Кількісно надійність ІС за неперервними і дискретними функціями описується по-різному.

Н-функції можуть визначатися як виконання деяких дій (Н-функції 1-го виду) чи як досягнення деякого результату, вираженого в питомих (на одиницю часу) технічних чи економічних показниках (Н-функції 2-го виду).

Для Н-функцій 1-го виду характеристичними випадковими величинами є час безвідмовного виконання системою деякої функції і час відновлення

працездатності системи по деякій функції. В якості одиничних показників безвідмовності і ремонтпридатності використовуються:

- напрацювання системи на відмову деякої i -тої функції;
- ймовірність безвідмовного виконання системою i -тої функції протягом заданого часу;
- ймовірність відновлення працездатності системи по i -тій функції протягом заданого часу.

Комплексними показниками є:

- коефіцієнт готовності системи по i -тій функції;
- коефіцієнт технічного використання системи по i -тій функції.

При розгляді Н-функцій 2-го виду вводяться поняття питомої (часової) ефективності (ε_t) i -тої функції і питомої ефективності системи (E_t) в момент t , який визначається виразом:

$$E_t = \sum_{s=1}^m Y_{s_t} \varepsilon_t,$$

де m — загальне число виконуваних системою Н-функцій 1-го виду;

Y_{s_t} — двійкова змінна, яка приймає значення 1, якщо в момент t функція S виконується, і значення 0 — в іншому випадку.

У зв'язку із випадковістю моментів відмов і відновлень компонентів системи функція $E_t(t)$ є випадковою. Число і значення рівнів, на яких може знаходитися E , визначаються значенням m і набором значень S .

Н-функція 2-го виду визначається як забезпечення перебування системи на деякому фіксованому рівні E_i або в деякому інтервалі рівнів $[E_i, E_j]$, в якості яких приймаються рівні ефективності системи в різних станах.

Одиничним показником надійності по Н-функціях 2-го виду є:

- середній час перебування системи на заданому рівні ефективності і в заданому інтервалі рівнів відповідно;
- ймовірність того, що протягом заданого часу система збереже заданий рівень ефективності чи не вийде за межі заданого діапазону рівнів.

Комплексним показником надійності по Н-функціях 2-го виду є надійнісний коефіцієнт зниження ефективності — відношення середнього ефекту від впровадження системи $E_t(t)$ за досить тривалий інтервал часу роботи до максимального ефекту E_{max} :

$$K = \bar{E}_t(t) / E_{max}$$

4.4. Ефективність виконання дискретних функцій ІС

При розгляді надійності виконання Д-функцій в автоматизованих ІС основним поняттям є успішне виконання заданої i -тої процедури. Основним показником є ймовірність R_i , на яку по-різному впливають стійкі відмови і збої і, оскільки відмови цих видів незалежні, то значення R_i можна подати добутком:

$$R_i = R_{ce} R_{зб}$$

Для першого співмножника можна записати:

$$R_{ce} = K_{zi} P_i(\Delta t),$$

де $P_i(\Delta t)$ – ймовірність того, що система пропрацює безвідмовно час Δt , необхідний для реалізації i -тої процедури.

Другий співмножник є добутком:

$$R_{зб} = P_1 P_2 P_3 P_4,$$

де P_1 – ймовірність завершення процедури;

P_2 – ймовірність своєчасного завершення процедури;

P_3 – ймовірність безпомилкового завершення процедури;

P_4 – ймовірність того, що процедура буде реалізована з потрібною точністю.

5. МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ В ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

5.1. Підходи до оцінки ефективності ІТ

Розробка і впровадження нових інформаційних технологій вимагає великих затрат, експлуатаційних витрат, затрат живої праці. При обґрунтуванні доцільності здійснення таких великих затрат інвестор вимагає проведення розрахунків по оцінці ефективності здійснюваних заходів. Для цього необхідно встановити:

- фактори, дія яких забезпечує ефективність;
- напрям дії цих факторів;
- показники для кількісного вимірювання міри впливу даних факторів;
- методи розрахунку цих показників.

Основними факторами є підвищення якості проведення обчислювальних робіт, підвищення надійності функціонування обчислювальних ресурсів, скорочення термінів створення та освоєння нових інформаційних технологій, збільшення об'єму і скорочення часу опрацювання інформації, підвищення продуктивності праці розробників і користувачів створених інформаційних технологій та ін.

Для визначення напрямку дії цих факторів необхідно в'яснити, на що впливає розробка і впровадження конкретної інформаційної технології управління, а саме:

- на ефективність праці окремих працівників сфери управління;
- на ефективність управлінської діяльності підрозділів;
- на ефективність процесу управління при виробленні конкретного управлінського рішення;
- на ефективність окремої ланки ієрархічної системи управління;
- на ефективність методів управління;
- на ефективність впроваджуваного бізнес-процесу;
- на ефективність системи управління в цілому.

Для оцінки ефективності автоматизованих інформаційних технологій управління необхідна методика, здатна продемонструвати віддачу цієї системи, щоб переконатися, що приймаються найпродуктивніші та економічно виправдані рішення із всіх можливих. При цьому цікавим є формальний підхід для вимірювання кількісної величини ефективності нової апаратури і програмного забезпечення, коректний спосіб визначення тих невеличких невідчутних вигод від застосування інформаційної технології, які виправдовують затрати.

Необхідно використовувати різні способи комбінування кількісних і якісних методів аналізу ефективності. Визначальним фактором успіху є взаєморозуміння між керівництвом компанії і керівниками інформаційних служб, а також узгоджена методика оцінки вигод, отримуваних бізнесом від впровадження інформаційних технологій управління.

5.2. Показники ефективності інвестицій

Основним принципом оцінювання ефективності є порівняння обсягів доходів та витрат, що їх забезпечили. Обґрунтовуючи економічну ефективність інвестиційних проектів, застосовують комплекс показників, що відображають різні аспекти і дають змогу оцінити доцільність інвестицій системніше.

Для переходу до викладення порядку розрахунку показників наведемо їх умовні позначення:

P – обсяг грошових надходжень від економічної діяльності об'єкта інвестицій після введення його в експлуатацію;

B_i – обсяг інвестицій, що потрібні для введення об'єкта в експлуатацію (витрати інвестиційні);

B_e – обсяг поточних витрат діючого об'єкта, необхідних для виробництва товарів чи послуг, що виробляє створений об'єкт (витрати експлуатаційні);

A_t – величина нарахованої за рік амортизації основних фондів, створених за рахунок інвестицій;

T – кількість років життя проекту (експлуатація об'єкту та отримання доходів від інвестицій);

t – індекс (порядковий номер) кожного року експлуатації об'єкта, $t = 1, 2, \dots, T$.

1. Чиста приведена вартість проекту (NPV) розраховується як сума щорічних обсягів доходів без витрат, приведених до умов поточного року:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{(P_t - B_{it} - B_{et})}{(1+r)^t}$$

Для прийняття проекту NPV має перевищувати нуль.

2. Термін окупності проекту (T_k) визначає кількість років, за які загальний приведений прибуток дорівнюватиме обсягу інвестицій. Він дорівнює такому $t(T_k=t)$, при якому

$$B_i = \sum_{t=1}^{T_k} \frac{(P_t - B_{et})}{(1+r)^t}$$

Термін окупності має бути менший за загальний термін життя проекту: $T_k < T$. Тут T_k – кількість років, потрібних для того, щоб обсяг прибутку від інвестицій зрівнявся з обсягом B_i (термін окупності); r – річна ставка дисконту, яка має використовуватися для приведення грошових надходжень майбутніх періодів до умов поточного року; K – коефіцієнт приведення:

$$K = \frac{1}{(1+r)^t}$$

3. Коефіцієнт співвідношення доходів та витрат (\mathcal{R}) розраховується як дріб, де в чисельнику має бути сума приведених вартостей доходів від інвестицій за всі роки, а у знаменнику – сума приведених витрат:

$$\mathfrak{R} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{P_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{(B_{it} + B_{et})}{(1+r)^t}}$$

Цей показник має перевищувати одиницю.

4. Коефіцієнт прибутковості проекту (g) розраховується як співвідношення чистої приведеної вартості доходів за період життя проекту та обсягу капіталовкладень:

$$g = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{(P_t - B_{et})}{(1+r)^2}}{\sum_{t=1}^T \frac{B_{it}}{(1+r)^t}}$$

Приймаються проекти, для яких коефіцієнт прибутковості, як мінімум, перевищує одиницю.

5. Внутрішня норма прибутковості проекту (R) визначається як рівень ставки дисконтування (r), при якому чиста приведена вартість проекту (за період його життя) дорівнює нулю, тобто:

$$NVP = \sum_{t=1}^T \frac{(P_t - B_{it} - B_{et})}{(1+R)^t} = 0$$

Внутрішня норма прибутковості є межею, нижче за яку проект дає негативну загальну прибутковість. Розраховане для проекту значення R має порівнюватись з її нормативним рівнем R_n для проектів такого типу. Якщо $R > R_n$, проект може бути прийнятий, якщо $R < R_n$, проект відхиляється.

Значення R розраховується методом добору та перевірки послідовних значень r ($r > R_n$) з використанням комп'ютерних програм або графічно методом побудови функції залежності між NPV та r .

Для кожного проекту залежно від критеріїв, якими керуються заінтересоване в ньому підприємство та його експерти, рівень R_n може бути різним залежно від макроекономічної ситуації у країні, рівня ризиків у країні, галузі, проекту, середньої рентабельності діяльності підприємства-інвестора, вартості його капіталу, співвідношення позиченого та власного капіталу та з інших причин.

6. Фондовіддача проекту (f) розраховується як відношення середньорічного прибутку за весь період життя проекту до середньорічної залишкової вартості інвестицій за той самий період з врахуванням їх щорічного зношення:

$$f = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{(P_t - B_{et})}{T}}{\sum_{t=1}^T \frac{(B_{it} - A_t)}{T}}$$

Цей показник визначає рівень середньої віддачі (отримання прибутку) від кожної грошової одиниці використаних інвестицій.

5.3. Оцінка ефективності інвестицій в інформаційні системи та технології

При необхідності врахування інфляції розрахункові формули показників ефективності інвестиційних проектів повинні бути перетворені так, щоб у значення витрат і результатів не входила інфляційна зміна цін, тобто щоб величини критеріїв були приведені до цін розрахункового періоду. При цьому необхідно враховувати зміну цін за рахунок неінфляційних причин та здійснювати дисконтування. Це можна виконати введенням прогнозних індексів цін та дефлюючих множників.

Поряд з переліченими вище критеріями можна використовувати й ряд інших: інтегральної ефективності затрат, точки незбитковості, простої норми прибутку, капіталовіддачі тощо. Для використання кожного з них необхідно чітко в'яснити, яке питання економічної оцінки проекту вирішується з його використанням і як здійснюється вибір рішення.

Жоден з перелічених критеріїв сам по собі не є достатнім для прийняття проекту. Рішення про інвестування засобів в проект повинно прийматись з врахуванням значень всіх перелічених критеріїв та інтересів всіх учасників інвестиційного проекту. Важливе значення в цьому рішенні повинна відіграти також структура і розподіл інвестицій (для здійснення проекту по термінах), а також інші фактори, окремі з яких піддаються лише змістовому (а не формальному) обліку (наприклад, соціальні та екологічні фактори).

Необхідно також враховувати непрямі фінансові результати, зумовлені здійсненням проекту, зміни доходів підприємств, ринкової вартості, а також затрати на зумовлену реалізацією проекту консервацію чи ліквідацію виробничих потужностей, втрати від можливих аварій та інших надзвичайних ситуацій.

Оцінка затрат і результатів при визначенні ефективності здійснюється в межах розрахункового періоду, тривалість якого (горизонт розрахунку) приймається з врахуванням:

- тривалості створення, експлуатації і (при необхідності) ліквідації об'єкта;
- середньозваженого нормативного терміну служби основного технологічного обладнання;
- досягнення заданих характеристик прибутку (маси і/або норми прибутку тощо);
- вимог інвестора.

Горизонт розрахунку вимірюється числом кроків розрахунку. Кроком розрахунку при визначенні показників ефективності в межах розрахункового періоду можуть бути місяць, квартал чи рік.

Затрати, здійснювані учасниками проекту, поділяються на початкові (капіталотворчі), поточні і ліквідаційні, які здійснюються відповідно на стадіях будівництва, функціонування та ліквідації об'єкту.

Для вартісної оцінки результатів і затрат можуть використовуватись поточні, прогнозні і дефльовані ціни.

Під поточними розуміються ціни, закладені в проекті без врахування інфляції. На стадії техніко-економічного обґрунтування обов'язковим є розрахунок економічної ефективності в прогнозних і дефльованих цінах.

Прогнозна ціна – це очікувана ціна з врахуванням інфляції на майбутніх кроках розрахунку.

Дефльованими цінами називаються прогнозні ціни, приведені до рівня цін фіксованого моменту часу шляхом ділення на загальний базисний індекс інфляції.

Грошові потоки можуть виражатись в різних валютах. Рекомендується враховувати грошові потоки в тих валютах, в яких вони реалізуються. Для кількісного вимірювання ефективності АІС доцільно використати метод аналізу грошових потоків і показники ефективності, розглянуті вище. Основним при розрахунку цих показників є визначення результатів і затрат по кожному кроці розрахункового періоду. При цьому проблемним є питання визначення результату (доходу) від впровадження і використання АІС.

Можна виділити наступні підходи до визначення результативності ІС:

- 1) коли результати ефективності виробництва та управління співпадають;
- 2) коли результат ефективності управління нижчий результату ефективності виробництва;
- 3) коли визначається тільки результат від впровадження ІС;
- 4) коли визначення ефективності нової технології управління передбачає розробку дерева цілей та їх кількісну оцінку;
- 5) коли визначається результат від розробки та впровадження конкретного управлінського рішення, яке використовує нову інформаційну технологію;
- 6) коли визначається результат діяльності управлінського персоналу на всіх ієрархічних рівнях (чи окремому рівні), які використовують нову ІТ та ІС.

Після аналізу цих підходів можна вибрати показники і визначити методи їх розрахунку для визначення результату при оцінці ефективності нової ІС.

Ефективність впровадження ІС повинна оцінюватися віддачею від інвестицій (“поверненням вартості вкладень”). При цьому в загальному випадку враховуються наступні показники:

- загальна вартість проекту, включаючи програмне забезпечення, апаратні засоби, вартість зовнішнього обслуговування і витрат на зарплату;
- час впровадження, крім якого треба враховувати і час, який потрібно, щоб окупити впровадження;
- час повернення інвестицій;
- загальна сума витрат підприємства на впровадження інформаційної системи, в яку входять вартість програмного забезпечення, апаратних засобів, послуг, зарплати, витрат після впровадження.

6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІС

6.1. Види та показники економічної ефективності ІС

Ефективність автоматизованого перетворення економічної інформації — доцільність використання обчислювальної та організаційної техніки при формуванні, передачі та обробці даних.

Доцільність варіантів побудови інформаційної системи залежить від балансування приросту ефективності E , одержаної за рахунок створення чи вдосконалення інформаційної системи, і витрат Q . Математично це можна записати так: $\max E$ при $Q = \text{const}$ або у вигляді оберненої задачі: $\min Q$ при $E = \text{const}$.

Якщо приріст ефекту подано у грошовому вираженні, то економічна ефективність інформаційної системи визначається у вигляді трьох основних показників:

- 1) річного економічного ефекту;
- 2) розрахункового коефіцієнта ефективності капітальних затрат на розробку і впровадження інформаційної системи;
- 3) терміну окупності капітальних затрат на розробку та впровадження інформаційної системи.

Розрізняють розрахункову і фактичну ефективність. **Розрахункову ефективність** визначають на стадії проектування автоматизації інформаційних робіт, тобто розробки технічного проекту. **Фактичну ефективність** визначають за результатами впровадження техноробочого проекту.

Узагальненим критерієм економічної ефективності є мінімум затрат живої і зреченої праці.

Встановлено, що чим більше ланок управлінських робіт автоматизовано, тим ефективніше використовується технічне і програмне забезпечення.

Економічний ефект від впровадження обчислювальної і організаційної техніки поділяють на прямий і непрямий.

Пряма економічна ефективність — економія матеріально-трудових ресурсів та грошових засобів, отримана в результаті скорочення чисельності управлінського персоналу, фонду заробітної плати, витрат основних і допоміжних матеріалів внаслідок автоматизації конкретних видів планово-облікових і аналітичних робіт.

Зрозуміло, що впровадження автоматизованих інформаційних технологій (АІТ) на першому етапі не приведе до зменшення кількості працівників планово-облікових служб. У цьому випадку враховують **непряму ефективність**, яка проявляється у кінцевих результатах господарської діяльності. Її локальними критеріями можуть бути: скорочення термінів складання підсумків, підвищення якості планово-облікових і аналітичних робіт, скорочення документообігу, підвищення культури і продуктивності праці тощо.

Основним показником є підвищення якості управління, яка, як і при прямій економічній ефективності, веде до економії живої і зреченої праці.

Ці два види економічної ефективності взаємопов'язані.

Визначають економічну ефективність за допомогою **трудо­вих і вартісних показників**. Основним при розрахунках є метод співставлення даних базового та звітного періодів.

В якості базового періоду при переводі окремих робіт на автоматизацію беруть затрати на обробку інформації до впровадження АІТ (при ручній обробці), а при вдосконаленні діючої системи автоматизації економічних робіт – затрати на обробку інформації при досягнутому рівні автоматизації.

При цьому користуються *абсолютними і відносними показниками*.

Якщо на ручну обробку даних треба затратити T_0 людино-годин, а при використанні АІТ – T_i людино-годин, то абсолютний показник економічної ефективності $T_{ек}$:

$$T_{ек} = T_0 - T_i$$

Відносний індекс продуктивності праці:

$$J_{пн} = T_i / T_0$$

Використовуючи $J_{пн}$, можна визначити відносний показник економії трудових затрат.

Вартісні показники визначають затрати на обробку інформації при базовому і звітному варіантах у грошовому виразі.

Абсолютний показник вартості:

$$C_{ек} = C_0 - C_i$$

Індекс вартості затрат:

$$J_{вз} = C_i / C_0$$

Термін окупності затрат:

$$T_{ок} = \frac{(Z_0 + П_0)K_{эф}}{C_0 - C_i},$$

де Z_0 – затрати на технічне забезпечення;

$П_0$ – затрати на програмне забезпечення;

$K_{эф}$ – коефіцієнт ефективності.

Для оцінки ефективності ІС необхідна методика, здатна продемонструвати віддачу цієї системи, щоб переконатись в тім, що вживаються найпродуктивніші та економічно виправдані рішення із всіх можливих. При цьому необхідно використати різні способи комбінування кількісних та якісних методів аналізу ефективності.

Технологія оцінки ефективності ІС може бути наступною:

1) виробничий підрозділ готує технічне обґрунтування на новий проект ІС;

- 2) співробітники відділу інформаційних систем аналізують цю пропозицію;
- 3) проводиться оцінка прямого і непрямого ефекту;
- 4) очікуваний ефект поділяється на обчислюваний (який веде до матеріальної економії) та необчислюваний (непрямий);
- 5) за оцінками обчислюваних витрат і доходів проводиться розрахунок показників, вибраних в якості основних; необчислювані ефекти включаються в обґрунтування у вигляді окремих розділів для розгляду вищим керівництвом;
- 6) керівник виробничого підрозділу затверджує кінцеве обґрунтування;
- 7) проект передається на затвердження керівництву, яке приймає рішення про надання інвестицій;
- 8) встановлюється дата представлення звіту про реалізацію проекту, в якому порівнюються очікувані показники з фактичними.

6.2. Економічна ефективність ІС з врахуванням її надійності

До економічних питань надійності відносяться наступні:

- визначення економічного ефекту від впровадження АІС та заходів по підвищенню її надійності;
- визначення затрат на заходи, пов'язані із забезпеченням потрібної надійності АІС та її частин;
- визначення економії, отриманої від підвищення безвідмовності та довговічності елементів АІС;
- економічне обґрунтування гарантійних термінів.

Ці питання мають велике значення і для проектування нових систем, і для оцінки використовуваних. Економічна ефективність технічних систем взагалі і АІС зокрема суттєво залежить від їх надійності. Втрати від зниження надійності тим більші, чим складніший технічний пристрій, що використовується у складі АІС, і чим відповідальніші завдання він виконує.

Економічна ефективність технічних засобів — міра вигідності економічних затрат на освоєння, впровадження та використання цих засобів.

Для визначення економічної ефективності використовуються різні показники. До найбільш загальних показників економічної ефективності відносяться наступні:

- 1) коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень:

$$E = \Pi / K,$$

де K — капітальні вкладення;

Π — річний прибуток, який забезпечується капітальними вкладеннями;

- 2) зміна коефіцієнта економічної ефективності, викликана вдосконаленням технічних засобів:

$$\Delta E = \Delta \Pi / K,$$

де $\Delta \Pi$ — зміна річного прибутку, викликана впровадженням удосконалення технічних засобів;

K — капітальні вкладення, пов'язані з вдосконаленням технічних засобів;

3) термін окупності капітальних вкладень:

$$T_{ок} = 1/E = K/P.$$

Для врахування впливу надійності на економічну ефективність технічних засобів рекомендуються наступні показники:

а) вартість річного випуску продукції з врахуванням надійності:

$$Ц' = Ц_0(V - V_{зниж}),$$

де $Ц_0$ — вартість одиниці випущеної продукції;

V — річна продуктивність при абсолютній надійності;

$V_{зниж}$ — об'єм продукції, на який знижується продуктивність в зв'язку з тим, що надійність об'єкта неідеальна (наявні відмови об'єкта)

б) річний прибуток з врахуванням надійності використовуваного об'єкта:

$$П' = П_0 - (S + R),$$

де $П_0$ — річний прибуток при ідеальній надійності об'єкта;

$(S+R)$ — витрати, пов'язані з забезпеченням виробництва при його нормальному функціонуванні S і при виникненні відмов технічних засобів R .

З ростом надійності технічних засобів знижуються втрати від простоїв і витрати на обслуговування, росте річний прибуток.

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень з врахуванням надійності:

$$E = П' / K = (П_0 - S - R) / K.$$

Ці формули можуть бути рекомендовані для приблизних, орієнтовних розрахунків економічної ефективності ІС. В них закладене припущення про прямий зв'язок між рівнем надійності, тривалістю простоїв і кількістю випущеної продукції. При цьому не враховується, що надійність ІС і керованих об'єктів впливає на якість продукції. Тому ці формули дають уяву про нижні границі оцінки економічної ефективності.

Економічну ефективність надійності доцільно визначати шляхом порівняння деякого первинного виробу і досліджуваного виробу, що виконує ті ж функції, але володіє підвищеною надійністю. Економічний ефект від підвищення надійності в цьому випадку буде представлений у вигляді зниження витрат на обслуговування і збільшення часу використання.

6.2.1. Визначення економії, отриманої від підвищення безвідмовності виробів

Економія засобів, отримана при використанні більш надійного виробу за час t , визначається за формулою:

$$E = n_1(Z_{1обс} + C_{1вт}) - n_2(Z_{2обс} + C_{2вт}),$$

де n_1, n_2 — відповідно кількість відмов менш надійного і більш надійного виробів за час t ;

$$n_i = (1-P(t))N$$

де $P(t)$ — ймовірність відсутності відмов за час t ;

N — число виробів, що є в експлуатації;

$Z_{1обс}$, $Z_{2обс}$ — затрати на обслуговування менш надійного і більш надійного виробів;

$C_{1вт}$, $C_{2вт}$ — втрати, викликані відповідно відмовами менш і більш надійного виробів.

Затрати на обслуговування складаються із затрат на технічні огляди, регламентні перевірки, профілактику, усунення несправностей та ремонти. Розмір затрат визначається за нормативними документами після того, як складено графік обслуговування і визначено очікуване число відмов.

Втрати, викликані відмовами, визначаються вартістю простою виробу. Визначення кількісного значення цих втрат може потребувати аналізу впливу простою даного виробу на втрати в суміжних з ним елементах.

6.2.2. Визначення економії від підвищення довговічності виробів

Економічність виробу, залежна від збільшення його довговічності, оцінюється величиною річних амортизаційних відрахувань, тобто величиною затрат на придбання виробу, розділених на тривалість його використання. Чим менша величина амортизаційних відрахувань, тим більше економії отримує споживач.

Введемо наступні позначення:

C_0 — вартість базового виробу, тобто виробу до підвищення його довговічності (базова вартість);

ΔC_0 — надбавка до вартості виробу, яка може бути зроблена в результаті підвищення довговічності;

T_0 , T_1 — відповідно граничні терміни служби базового виробу і виробу підвищеної довговічності.

Амортизаційні витрати при експлуатації базового виробу і виробу з підвищеною довговічністю:

$$A_0 = C_0 / T_0; \quad A_1 = (C_0 + \Delta C_0) / T_1.$$

Для отримання споживачем економії від використання більш довговічного виробу необхідно, щоб амортизаційні витрати A_1 були дещо нижчі амортизаційних витрат A_0 . Позначимо це зниження $k\Delta C_0$. Тоді при $A_0 = A_1 - k\Delta C_0$ надбавка до вартості виробу, визначаюча економію від підвищення його довговічності, рівна:

$$\Delta C_0 = C_0 \frac{T_1 - T_0}{T_0(1 + kT_1)}$$

Цей розрахунок є приблизним. З ростом довговічності росте економія, але зростають і затрати на технічне обслуговування.

Оптимальна довговічність визначається сумарним економічним ефектом, залежним від стану економії і затрат. Моральний знос також має значення при визначенні оптимальної довговічності. Експлуатація старого об'єкту стає недоцільною (він морально старіє), хоч фізичне старіння його ще не настало.

7. ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІС ЗА ОКРЕМИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

7.1. Оцінка ефективності ІС за значенням показників надійності технічного забезпечення ІС

Під аналітичним дослідженням надійності деякої системи розуміють розрахунок її надійності на основі даних про надійність компонентів, структуру, умови функціонування і режим обслуговування. Стосовно технічної складової АІС аналітичне дослідження надійності зводиться в першу чергу до визначення характеристик і показників безвідмовності як найважливішої складової надійності, а також ремонтпридатності (відновлюваності). Що ж стосується характеристик і показників довговічності і збережуваності АІС, то на даний час вони аналітично не визначаються.

Всі відомі аналітичні методи розраховані на оцінку надійності АІС в цілому (випадок однофункціональної системи) чи за окремими виконуваними нею функціями.

Розглянемо склад і способи подання вихідних даних, необхідних для аналітичного дослідження надійності АІС.

1) При оцінці ремонтпридатності АІС звичайно визначають числові показники: середній час відновлення, ймовірність відновлення в заданий час.

2) При оцінці безвідмовності необхідно визначати характеристики (функції розподілу) часу безвідмовної роботи системи в цілому чи часу безвідмовного виконання кожної її функції. Це особливо важливо в тих випадках, коли наперед відомий часовий режим роботи системи, а також для вирішення питань технічного обслуговування системи, оскільки властивості розподілу суттєво впливають на ефективність профілактики.

Коли досліджувана система має структурну надлишковість (відмови і відновлення окремих елементів можуть відбуватися без порушення працездатності системи), в якості вихідних даних повинні задаватися властивості ремонтпридатності елементів.

При деяких умовах закон результуючого розподілу системи в цілому чи за окремими її функціями може бути визначений незалежно від законів розподілу її компонентів, а шукані параметри можуть бути обчислені на базі числових характеристик вихідних розподілів. Однак така оцінка буде лише приблизною. В загальному випадку для визначення як шуканих функцій розподілу, так і показників безвідмовності системи необхідно мати в якості вихідних даних розподіли всіх її компонентів.

Повне знання структури системи — необхідна умова дослідження надійності. Можливі первинні описи структури у вигляді графічного подання, аналітичного чи словесного опису.

Особливості структури сучасних АІС з точки зору надійності:

- велика кількість компонентів;

- багатofункціональність;
- наявність структурної, інформаційної та інших видів надлишковості;
- складні форми взаємозв'язку компонентів, що не зводяться до послідовно-паралельного з'єднання;
 - суттєва роль часових співвідношень відмов окремих компонентів в працездатності і відмовах системи;
 - наявність розвинутого технічного обслуговування (зокрема, планового і позапланового відновлення надлишкових компонентів, що відмовили, ще при працездатній системі);
 - різні закони розподілів використовуваних компонентів.

На жаль, в даний час неможливо побудувати аналітичний метод, який би дозволив врахувати одночасно всі перелічені особливості. Тому для дослідження системи потрібно використовувати різні методи.

На ефективність системи впливають також умови експлуатації і режим обслуговування.

До умов експлуатації АІС відносять значення зовнішніх впливаючих факторів (температура, рівні завад всіх видів, вібрації, забрудненість повітря тощо) і режим роботи (періодичність включення, час безперервної роботи системи в цілому і окремих її компонентів і т.д.). Зовнішні фактори впливають головним чином на показники надійності використовуваних компонентів і відображаються на вихідних даних по компонентах. Режим роботи АІС визначається найчастіше режимом роботи керованого економічного об'єкта, який необхідно знати для правильного вибору числових показників надійності системи в цілому чи окремих її функцій.

Під режимом обслуговування розуміють періодичність, тривалість, об'єм і зміст профілактичних робіт по системі і її компонентах. Крім цих даних, для розрахунку надійності необхідно знати модель впливу профілактики на безвідмовність компонентів системи.

Показники надійності – це кількісні характеристики властивостей, які визначають надійність системи.

Якщо показники характеризують одну із властивостей надійності, то вони називаються *одиничними*. Існують одиничні показники безвідмовності, ремонтпридатності, збережуваності, довговічності.

Якщо показники характеризують одночасно дві (чи більше) властивостей надійності, то вони називаються *комплексними*. Найчастіше комплексні показники використовують для кількісної оцінки безвідмовності і ремонтпридатності відновлюваних систем.

7.1.1. Одиничні показники надійності

Розглянемо деякі із одиничних показників.

Показники безвідмовності. Відмова системи є випадковою подією. Інтервал часу від моменту включення системи до першої відмови є випадковою величиною T і називається *напрацюванням до першої відмови*.

Ймовірність безвідмовної роботи $p(t)$ – це ймовірність того, що напрацювання до першої відмови перевищує задану величину t :

$$p(t) = P[T > t], \quad t \geq 0.$$

Якщо припустити, що в момент включення система справна, то функція $p(t)$ являє собою монотонно спадну функцію від 1 (при $t=0$) до 0 (при $t \rightarrow \infty$).

Ймовірність відмови $q(t)$ – це ймовірність того, що напрацювання до першої відмови не перевищує задану величину t :

$$q(t) = P[T \leq t].$$

Функція $q(t)$ являє собою функцію розподілу T – напрацювання до першої відмови.

Такі дві події, як відмова і працездатність, утворюють повну групу подій, тому:

$$p(t) + q(t) = 1.$$

Якщо функція розподілу $q(t)$ диференційована, то безвідмовність можна характеризувати густиною ймовірностей моменту першої відмови, яка називається *параметром потоку відмов* або *частотою відмов* $\alpha(t)$:

$$\alpha(t) = dq(t)/dt = -dp(t)/dt.$$

Ймовірність відмови $q(t)$ та ймовірність безвідмовної роботи $p(t)$ можуть бути виражені через параметр потоку відмов:

$$q(t) = \int_0^t \alpha(\tau) d\tau$$

$$p(t) = \int_t^{\infty} \alpha(\tau) d\tau = 1 - \int_0^t \alpha(\tau) d\tau$$

Розподіл ймовірностей напрацювання до першої відмови називається *аналітичною моделлю безвідмовності*.

Середнє напрацювання до відмови T_g – це математичне сподівання напрацювання до першої відмови, яке ще називається *середнім часом до відмови* або *середнім часом безвідмовної роботи*. Як математичне сподівання неперервної випадкової величини середній час безвідмовної роботи:

$$T_g = M(T) = \int_t^{\infty} t \alpha(t) dt$$

Для зручності виразимо середній час безвідмовної роботи через ймовірність безвідмовної роботи. Проінтегрувавши попереднє рівняння, отримаємо:

$$T_g = \int_0^{\infty} p(t) dt$$

Для відновлюваних систем іноді найбільш зручною характеристикою є *середній час між відмовами* T_{cp} , який являє собою відношення часу справної

роботи системи до математичного сподівання кількості відмов протягом цього часу. Якщо після кожної відмови система відновлюється до початкового стану, то середній час між відмовами рівний середньому часу безвідмовної роботи:

$$T_{cp} = T_e$$

Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ – це умовна густина ймовірності відмови системи в момент часу t при умові, що від початку до моменту t система працювала безвідмовно.

Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ можна виразити так:

$$\lambda(t) = \alpha(t) / p(t).$$

При $t = 0$ значення $\lambda(t) = \alpha(0)$.

Найбільше поширення на практиці набув експоненціальний закон розподілу напрацювання до першої відмови, при якому частота відмов, інтенсивність відмов, ймовірність безвідмовної роботи і середній час безвідмовної роботи визначаються відповідно як (додаток А):

$$\alpha(t) = f(t) = \lambda e^{-\lambda t};$$

$$\lambda(t) = \lambda = const;$$

$$p(t) = e^{-\lambda t};$$

$$T_e = 1 / \lambda$$

Перелічені показники звичайно використовуються для кількісної оцінки стійких відмов. Подібним чином вводяться одиничні показники, що характеризують інші властивості надійності.

7.1.2. Комплексні показники надійності

Найбільш поширеними комплексними показниками надійності є наступні:

Функція готовності $k_z(t)$ характеризує ймовірність працездатного стану системи в довільний момент часу t .

Ймовірність того, що в довільний момент часу t система буде знаходитись у стані відмови, називається *функцією простою $k_n(t)$* .

Очевидно, що для будь-якого моменту часу t справедливе співвідношення:

$$k_z(t) + k_n(t) = 1$$

Асимптотичні значення, до яких прагне функція готовності чи функція простою при необмеженому зростанні часу t , називаються коефіцієнтом готовності чи коефіцієнтом простою відповідно.

При досить загальних припущеннях можна показати, що:

$$k_z = T_e / (T_e + T_{відн});$$

$$k_n = T_{відн} / (T_e + T_{відн}).$$

7.2. Ефективність та надійність програмного забезпечення ІС

7.2.1. Специфіка програмного забезпечення як об'єкту дослідження надійності

Під програмним забезпеченням (ПЗ) розуміють сукупність програм і документів на них для реалізації цілей і завдань ЕОМ.

Створення програм регламентується комплексом стандартів єдиної системи програмної документації (ЄСПД), що встановлюють загальні положення, види програм і програмних документів, правила розробки, оформлення та обігу програм і програмної документації.

Надійність програмних засобів — це їх властивість, яка сприяє виконанню заданих функцій при збереженні в часі значення встановлених експлуатаційних показників в заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам використання, супроводу і відновлення цих засобів.

Теоретичною основою методів аналізу надійності програмних засобів є теорія надійності технічних систем. Однак, спроби механічного перенесення основних положень цієї теорії стосовно ПЗ виявились неправомірними внаслідок ряду специфічних особливостей цих засобів. Надійність ПЗ визначається їх безвідмовністю і відновлюваністю.

Безвідмовність ПЗ — це властивість зберігати працездатність при їх використанні в процесі обробки інформації на ЕОМ. Безвідмовність ПЗ можна оцінити ймовірністю їх роботи без відмов при певних умовах зовнішнього середовища протягом заданого періоду спостережень. Відмова — це подія, яка полягає в порушенні працездатності ПЗ. Під певними умовами зовнішнього середовища вважається сукупність вхідних даних і стан обчислювальної системи. Заданий період спостережень відповідає, як правило, необхідному інтервалу часу для виконання на ЕОМ розв'язуваної задачі.

Специфіка створення ПЗ полягає в тому, що в процесі їх відладки практично неможливо виявити і ліквідувати всі існуючі в них помилки. Приховані помилки можуть викликати невірне функціонування ПЗ при певних співвідношеннях вхідних даних. Тому наявність помилки в ПЗ є головним фактором порушення нормальних умов їх функціонування. З точки зору технології розробки ПЗ помилки можна розділити на наступні типи:

- програмні, викликані неправильним записом на мові програмування і помилками трансляції;
- алгоритмічні, пов'язані з неповним формуванням необхідних умов розв'язку і некоректною постановкою задач;
- системні, обумовлені відхиленням функціонування ПЗ в обчислювальній системі і відхиленням характеристик взаємодіючих об'єктів від передбачуваних при проектуванні.

Безвідмовність ПЗ і апаратури ЕОМ суттєво і по-різному залежить від вхідних даних і часу функціонування обчислювальної системи. Тип оброблюваних даних, як правило, не впливає на надійність апаратури. Поряд з цим поява відмов ПЗ пов'язана з тим, що в деякі моменти часу на обробку поступають малоімовірні і тому непередбачені сукупності даних, які ПЗ не в стані коректно обробити. Внаслідок такої специфіки природи відмов ПЗ оцінка їх надійності при випробуваннях завжди буде вища, ніж при функціонуванні в реальних умовах.

Надійність ПЗ і апаратури ЕОМ визначається в основному двома факторами - надійністю компонент і помилками, допущеними при проектуванні. Але динаміка виявлення різного роду помилок в обидвох випадках суттєво відрізняється. Якщо для апаратури з часом визначальним стає перший фактор, то для ПЗ навпаки – другий. Безвідмовність апаратури по суті залежить від часу функціонування. А залежність надійності ПЗ від часу тільки поверхнева. Насправді частота відмов ПЗ визначається тільки характером вхідних даних.

Надійність ПЗ істотно відрізняється від надійності апаратних засобів АІС. Відмови ПЗ – це, як правило, наслідки помилок проектування. Якщо помилки виправляють відразу після виявлення, то характер інтенсивності відмов ПЗ відповідає такій залежності (рисунок 7.1):

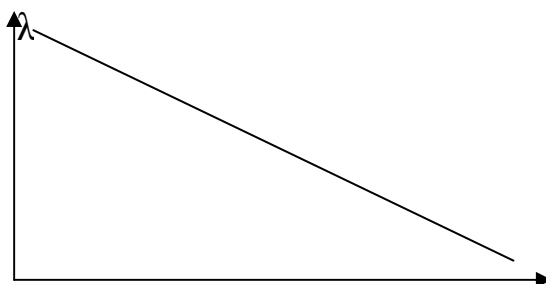


Рис. 7.1. Інтенсивність відмов ПЗ

Важливою характеристикою надійності ПЗ є їх відновлюваність, яка визначається затратами часу і праці на усунення відмови. Відмова при функціонуванні може проявлятися у вигляді:

- передчасного аварійного завершення виконання програми;
- недопустимого збільшення часу виконання програми;
- зациклювання ЕОМ на виконанні деякої послідовності команд програми;
- повної втрати чи незначного спотворення накопичених даних, необхідних для успішного виконання розв'язуваних завдань;
- порушення послідовності виклику окремих програм, внаслідок чого відбувається пропуск необхідних програм або непередбачене звернення до програми;

- спотворення окремих елементів даних (вхідних, вихідних, проміжних) в результаті обробки спотвореної початкової інформації та інш.

В ПЗ з високим рівнем надійності деякі відмови (наприклад, зациклювання чи спотворення масивів даних) можуть бути усунені програмними методами. Завдання відновлення в таких випадках переходить в завдання усунення короткочасних збоїв.

Основною ознакою в класифікації збоїв і відмов в ПЗ є тривалість відновлення. Коли її величина менша певного порогу, спотворення при функціонуванні ПЗ слід віднести до збоїв, в іншому разі спотворення носять характер відмов.

Відмови і збої за ступенем їх впливу на функціонування ПЗ поділяються на три групи:

- відмови, які в значній мірі знецінюють результати попереднього функціонування ПЗ і рівносильні втратам їх працездатності;
- часткові відмови, які в деякій мірі знецінюють попередні результати, але характеризуються швидким відновленням без тривалої втрати працездатності;
- збої, які практично не знецінюють результати функціонування ПЗ і не створюють відмовних ситуацій.

Для збільшення ефективності процесів відновлення доцільно передбачити в ПЗ спеціальні засоби діагностики кодів аварійних завершень, ввести в програми контрольні точки і забезпечити можливість рестарту з цих контрольних точок.

При більш високому рівні автоматизації процесів відновлення ПЗ підвищується стійкість їх функціонування (здатність обмежувати наслідки власних помилок і несприятливих впливів зовнішнього середовища (несправність апаратури, некоректність вхідних даних, помилки оператора та інш.) або протистояти їм). Для цього в ПЗ повинні бути передбачені засоби, які б дозволяли:

- проводити систематичний контроль і оперативно виявляти аномалії процесу функціонування або стану програм і даних;
- діагностувати виявлені спотворення;
- виробляти рішення і вибирати методи та засоби оперативного відновлення;
- реалізувати оперативне відновлення нормальної працездатності;
- реєструвати кожен збій чи відмову, що сталися, узагальнювати дані спотворень для виявлення випадків, які потребують допрацювання програм.

Реалізація таких можливостей здійснюється за рахунок введення надлишковості в програми, дані і процес функціонування ПЗ. Відповідно надлишковість ПЗ можна розділити на програмну, інформаційну і часову.

Програмна надлишковість полягає в застосуванні кількох варіантів ПЗ, які відрізняються методами розв'язку деякої задачі чи програмною реалізацією одного й того ж методу.

Інформаційна надлишковість полягає в дублюванні нагромаджених початкових і проміжних даних. Вона використовується для збереження достовірності даних, які в найбільшій мірі впливають на нормальне функціонування ПЗ або потребують значного часу для відновлення. Для менш важливих даних інформаційна надлишковість використовується у вигляді заводозахисних кодів, які дозволяють тільки виявити спотворення.

Часова надлишковість полягає у виділенні необхідних резервів часу ЕОМ на виконання спеціальних програм, які забезпечують оперативний контроль стану даних і обчислювального процесу, а також автоматичне відновлення ПЗ при виникненні відмовних ситуацій.

В процесі експлуатації ПЗ контроль їх надійності може проводитись шляхом трьох видів контролю: профілактичного, передпускового та оперативного.

Профілактичний контроль проводиться періодично (залежно від характеру розв'язуваних завдань) при неробочому стані ПЗ. Він полягає в аналізі даних про зареєстровані спотворення інформації та обчислювального процесу, зібраних в процесі функціонування ПЗ. За ними з застосуванням імітаційних і діагностичних засобів встановлюються причини спотворень і робляться спроби їх усунути. У випадку виявлення програмних помилок реєструються умови їх появи. Вся інформація передається групі супроводу. Для проведення профілактичного контролю готуються спеціальні тести, набори даних, контрольні результати та інш.

Завдання передпускового функціонального контролю полягає в перевірці збереженості програм і масивів даних, необхідних для початкового пуску обчислювальної системи. Крім того, перевіряється функціонування ПЗ на типових початкових даних при рішенні деякого набору заздалегідь підготовлених контрольних задач. Коректування програм і даних для усунення виявлених спотворень, яке б привело до відхилення ПЗ від технічної документації, на даному етапі контролю не допускається.

Оперативний контроль ПЗ необхідний в процесі безпосереднього розв'язку задач для максимально швидкого автоматизованого відновлення при будь-яких спотвореннях обчислювального процесу і даних. Всі процедури в процесі оперативного контролю проводяться автоматично з допомогою ЕОМ. Методи оперативного контролю можна розділити на такі групи:

- контроль стану і збереженості програм в різних видах пам'яті ЕОМ;
- контроль динаміки процесу виконання програм, збереження зв'язків і взаємодії між компонентами ПЗ при їх функціонуванні;
- контроль стану і змін даних в пам'яті ЕОМ.

7.2.2. Фактори, які визначають надійність програмного забезпечення

Головну роль у створенні надійного ПЗ відіграють правильна організація і управління процесом розробки:

- підготовка інженерного і керівного персоналу з технології використання обчислювальних машин;
- контроль видачі і змін програм;
- постійний зв'язок між розробником і замовником ПЗ;
- використання ефективних методів контролю процесу розробки програмної документації;
- впровадження стандартів, регламентуючих роботи з проектування ПЗ.

Важливу роль в підвищенні якості і надійності розроблюваного ПЗ відіграє постійний контроль у вигляді досить формалізованих оглядів проектної і програмної документації спеціальною групою експертів, в яку входять: спеціалісти з проектування і програмування; спеціалісти з відладки і випробувань ПЗ; спеціалісти з компоновки програм; представники замовника.

Підвищенню якості розробки складних програм сприяють прогресивні методи структурного програмування і принцип модульності ПЗ. Модульна побудова програм сприяє використанню з уже створених програмних продуктів добре відлагоджених компонентів в нових розробках. Заборона на прийняття потенційно ненадійних програмних конструкцій, можливість оперативного автономного контролю результатів функціонування модуля забезпечують високу ймовірність усунення помилок на початкових етапах розробки ПЗ.

7.2.3. Методи забезпечення надійності ПЗ

Методи забезпечення надійності ПЗ поділяють на чотири групи:

- попередження помилок;
- виявлення помилок;
- виправлення помилок;
- стійкість до помилок (забезпечення надійності ПЗ).

Кращий метод забезпечення надійності ПЗ полягає в тому, щоб не допускати появи помилок. У зв'язку з неможливістю гарантувати відсутність помилок у ПЗ основне значення у забезпеченні надійності ПЗ мають методи, які ґрунтуються на припущенні, що помилки у ПЗ завжди є. Метод попередження помилок полягає в зменшенні складності ПЗ, поліпшенні обміну, підвищенні точності при переході, усуненні помилок на кожному кроці.

Метод виявлення помилок ґрунтується на впровадженні засобів виявлення помилок в основне ПЗ.

Метод виправлення помилок ґрунтується на тому, що помилки ПЗ повинні виправлятися самою системою. Виправлення помилок полягає в

заміні “зіпсованого” програмного модуля справним (подібно резервуванню апаратних засобів) або у відновленні зіпсованих помилками даних ПЗ.

Група методів забезпечення надійності ПЗ (стійкість до помилок) забезпечує працездатність ПЗ за наявності помилок. Ці методи поділяють на три підгрупи:

- метод динамічної надлишковості;
- метод відступу;
- метод ізоляції.

Метод динамічної надлишковості збіжний з методом апаратного мажорювання. Недоліком цього методу є те, що всі однакові програмні модулі можуть однаково “помилятися”, а розробити по-різному побудовані однотипні програмні модулі не завжди можна.

Метод відступу — це метод аварійної зупинки, тобто коли в ПЗ виявляють помилку, то виконують особливий фрагмент програми, що забезпечує безаварійне закінчення всіх запрограмованих процесів.

Метод ізоляції забезпечує живучість ПЗ за наявності помилок, тобто відкликаються окремі вузли або канали системи з помилками у ПЗ.

Методи виявлення помилок, виправлення помилок та стійкості до помилок потребують додаткових функцій від самого ПЗ. Методи виправлення помилок та стійкості до помилок орієнтовані на пристрої і системи, що працюють у реальному масштабі часу. Метод ізоляції помилок, як правило, застосовують у поєднанні з апаратними методами підвищення надійності.

Програмними засобами можна усунути відмови (помилки) не тільки ПЗ, а й апаратних засобів. Наприклад, збої у пристрої можна усунути не тільки мажорюванням чи з допомогою коректуючих кодів, а й поєднуючи з програмними методами, як от:

- 1) повторне виконання операцій;
- 2) відновлення пам’яті;
- 3) динамічна зміна конфігурації;
- 4) відновлення файлів;
- 5) контрольна точка - рестарт;
- 6) реєстрація помилок.

7.2.4. Моделювання і оцінка надійності ПЗ

З усієї кількості факторів, які впливають на надійність ПЗ, найважливішим є кількість помилок в програмі, що залишились.

При наявності розумної оцінки кількості помилок на етапах тестування можна визначити об’єм робіт і момент його завершення. За відомої оцінки помилок, що залишились у програмі, можна оцінити затрати на її супровід.

Оцінка надійності ПЗ базується в значній мірі на теорії надійності апаратури, де розроблена значна кількість математичних методів, що дозволяють не тільки оцінювати, але й прогнозувати надійність створюваного продукту.

Виходячи з цього розглядають:

- моделі, пов'язані з теорією надійності апаратури, що містять прогнози ймовірності розподілу помилок в ПЗ;
- моделі, які не базуються на теорії надійності апаратури, але дозволяють отримати прийнятні результати оцінки;
- моделі складності, що дозволяють оцінити продукт проектування і власне розробку з врахуванням складності.

Оцінка надійності ПЗ включає:

- 1) структурний контроль;
- 2) детерміноване тестування;
- 3) статистичне тестування.

Структурний контроль відповідності ПЗ формалізованим вимогам проводять на нижніх рівнях ієрархічної структури ПЗ — модулях, підпрограмах, окремих блоках програми. Формалізовані вимоги містять правила структурної, синтаксичної і семантичної побудови програми, виконання яких обов'язкове для всіх її складових частин.

Детерміноване тестування передбачає задання конкретних вихідних даних і маршрутів виконання програми. Перевірка всіх маршрутів при всіх значеннях вихідних даних може бути проведена тільки для дуже простих програм і при малих діапазонах зміни вихідних даних. Діапазон варіювання вихідних даних і ступінь охоплення можливих маршрутів визначають ефективність знаходження помилок даним методом.

Розрізняють висхідне і низхідне тестування.

Висхідне тестування починається з автономного тестування програмних модулів найнижчого рівня. Після цього проводиться тестування модулів вищого рівня, перевірка яких вимагає використання уже відтестованих модулів. Після перевірки даного рівня здійснюється перехід до модулів все вищого рівня аж до програми в цілому.

Недоліком цього методу тестування є те, що для складного ПЗ з багаторівневою ієрархією виявлення серйозних помилок в специфікаціях, алгоритмах та інтерфейсах здійснюється лише на завершальній стадії відладки ПЗ — стадії комплексного тестування програм і ПЗ в цілому.

При низхідному тестуванні автономно тестується тільки головна програма, потім підключаються програми модулів і компоненти наступного рівня, і так до тих пір, поки не буде випробувана вся програма.

Перевага низхідного тестування в тому, що воно дозволяє виявити помилки і якісно їх усунути.

Складне ПЗ доцільно піддавати статистичному тестуванню для перевірки комплексу програм в розширених порівняно з детермінованим підходом умовах функціонування і відповідно для отримання більш достовірних даних про надійність ПЗ. Статистичні перевірки проводять ком-

плексно з метою отримання основних характеристик програм і підтвердження їх відповідності вимогам ТЗ, в тому числі і по надійності.

7.2.5. Забезпечення ефективності програмного засобу

Ефективність ПЗ забезпечується прийняттям рішень на різних етапах його розробки, починаючи з розробки його архітектури. Особливо сильно на ефективність ПЗ впливає вибір структури і представлення даних. Але і вибір алгоритмів, які використовуються в тих чи інших програмних модулях, а також особливості їх реалізації (включаючи вибір мови програмування) може суттєво вплинути на ефективність ПЗ. При цьому постійно виникає потреба вирішувати протиріччя між *часовою ефективністю* і *ефективністю по пам'яті (ресурсах)*. Наприклад, деяким показником ефективності по пам'яті може бути кількість стрічок програми на мові програмування, а деяким показником часової ефективності може бути час відповіді на запит користувача.

Тому дуже важливо, щоб у специфікації якості були явно вказані пріоритети або кількісне співвідношення між показниками цих примітивів якості. Слід також врахувати, що різні програмні модулі по-різному впливають на ефективність ПЗ в цілому: одні модулі можуть сильно впливати на часову ефективність і практично не впливати на ефективність по пам'яті, а інші можуть суттєво впливати на загальні витрати пам'яті, не дуже впливаючи на час роботи ПЗ. Крім того, цей вплив (перш за все, стосовно часової ефективності) заздалегідь (до закінчення реалізації ПЗ) не завжди можна правильно оцінити.

З врахуванням сказаного, рекомендується дотримуватись наступних принципів для забезпечення ефективності ПЗ:

- спочатку слід розробити надійний ПЗ, а потім вже займатись доведенням його ефективності до необхідного рівня відповідно до його специфікації якості;
- для підвищення ефективності ПЗ, перш за все, необхідно використати оптимізуючий компілятор – це може забезпечити необхідну ефективність;
- якщо ефективність ПЗ не задовільняє специфікацію його якості, то потрібно знайти найкритичніші модулі з точки зору необхідної ефективності ПЗ; ці модулі необхідно оптимізувати в першу чергу шляхом їх ручної переробки;
- не слід займатись оптимізацією модуля, якщо цього не потрібно для досягнення необхідної ефективності ПЗ.

Для пошуку критичних модулів з точки зору часової ефективності ПЗ потрібно буде отримати розподіл по модулях часу роботи ПЗ шляхом відповідних вимірювань під час виконання ПЗ. Це можна зробити за допомо-

гою динамічного аналізатора (спеціального програмного інструмента), який може визначити частоту звертання до кожного модуля в процесі використання ПЗ.

Застосування захисного програмування модулів приводить до зниження ефективності ПЗ як по часу, так і по пам'яті. Тому необхідно розумно регулювати міру застосування захисного програмування залежно від потреб до надійності та ефективності ПЗ, сформульованих в специфікації якості ПЗ, що розробляється. Вхідні дані створюваного модуля можуть поступати як безпосередньо від користувача, так і від інших модулів. Найбільш вживаним випадком використання захисного програмування є застосування його для першої групи даних, що й означає реалізацію стійкості ПЗ. Це потрібно робити завжди, коли в специфікації якості ПЗ є вимога про забезпечення стійкості ПЗ. Використання захисного програмування для другої групи вхідних даних означає спробу виявити помилку в інших модулях під час виконання розроблюваного модуля – спробу виявити помилку в самому цьому модулі під час його виконання. По суті, це означає часткове втілення підходу самовиявлення помилок для забезпечення надійності ПЗ. Цей випадок захисного програмування використовується вкрай рідко – лише у тому випадку, коли вимоги до надійності ПЗ надзвичайно високі.

7.3. Характерні особливості задач, що розв'язуються в комп'ютерних ІС

Система оброблення даних складається із задач – алгоритмів або сукупностей алгоритмів формування вихідних документів (повідомлень), що мають певне функціональне значення для управління діяльністю суб'єкта господарювання.

Задачі, що розв'язуються в комп'ютерних ІС, мають ряд характерних особливостей, що впливають на технологію автоматизованої обробки даних:

1. Інформаційний взаємозв'язок, який виявляється в тому, що результати розв'язування одних задач є вхідними даними для розв'язування інших. Ця особливість впливає на склад та зміст інформаційної бази комп'ютерної системи, потребує також вибору способів і методів нагромадження і зберігання інформації в системі.

2. Масовість та груповий характер вирішення. Як правило, економічні розрахунки виконуються через певний термін, причому визначається не один, а група взаємопов'язаних економічних показників. Ця особливість впливає на структуру алгоритмів розв'язування задач, а також на склад та зміст програмного забезпечення систем.

3. Потреба багатоваріантного розв'язування. Це стосується задач прогнозування, планування та прийняття рішень. Саме тому в комп'ютерній системі мають бути передбачені відповідні спеціальні інструментальні та апаратні засоби, наприклад, база моделей для задоволення згаданої потреби.

4. Чітко регламентовані терміни подання вхідних даних і результатів розв'язування задач, а також вимоги до точності вхідних даних і результатів розв'язування задач. Тому при створенні комп'ютерної ІС необхідно вирішувати питання контролю інформації на всіх етапах її перетворення.

5. Постійні зміни складу економічних показників та методик їх розрахунку. Ця особливість впливає на склад і зміст програмного забезпечення, особливо на його прикладну частину.

7.3.1. Класифікація задач ІС

Різноманітність розв'язуваних у комп'ютерних ІС задач потребує їх класифікації.

Класифікацію задач обробки даних здійснюють переважно за шістьма основними ознаками:

1. За функціями управління розрізняють планові, облікові, контрольні задачі, задачі нормування показників, складання звітності тощо.

2. За характером перетворення інформації: обчислювальні, імітаційні, прийняття рішень.

3. За роллю в процесі управління: інженерно-технічні, економічні, інформаційно-довідкові.

4. За математичною суттю: оптимізаційні, прямого розрахунку, інформаційно-пошукові. (Оптимізаційні задачі розв'язуються шляхом пошуку одного рішення із великої кількості можливих варіантів, вони характеризуються складною методикою розрахунків, а також відносно невеликими розмірами вхідних даних. Для задач прямого розрахунку характерні великі розміри і складність вхідних даних, проста методика розрахунку і одноваріантність розв'язання. Інформаційно-пошукові задачі, тобто задачі типу “запитання – відповідь”, характеризуються складною методикою розрахунку та значними розмірами вхідної інформації).

5. За можливістю формалізованого опису: формалізовані, неформалізовані (розв'язування перших можна описати у вигляді математичних формул та залежностей, щодо других – цього зробити неможна).

6. За регулярністю розв'язування: систематичні, епізодичні, випадкові.

7.3.2. Вплив параметрів задач ІС на ефективність обробки економічної інформації

Задача в комп'ютерній ІС визначається як функція чи її частина, що являє собою формалізовану сукупність автоматичних дій, виконання яких приводить до результатів заданого виду.

Будь-яку задачу оброблення даних можна подати у вигляді:

$$y = f(x),$$

де y – вихідна сукупність показників;

f – операторний комплекс, що складається із взаємопов'язаних елементарних операцій оброблення даних;

x – вхідний комплекс показників (первинних і проміжних).

Розв'язування задачі є процесом здобуття підсумкового показника (документа), що містить інформацію для прийняття рішень під час управління діяльністю суб'єкта господарювання.

Робота над кожною задачею, що розв'язується в АІС, складається з таких етапів: формування мети розв'язання задачі; вибір методу її розв'язання; розроблення алгоритму; складання програми; розв'язання задачі на ЕОМ; аналіз результатів і прийняття рішень.

Кожна задача характеризується змістом, функцією управління, в рамках якої вона розв'язується, ресурсом, який вона відображає, періодом часу, за який відбувається споживання ресурсу, взаємодією з іншими функціональними задачами, здійснюваними на інформаційній основі.

Зміст задачі визначає сукупність вихідних показників, які формуються й обчислюються в задачі за відповідними алгоритмами. При цьому розвинені АІС дають змогу реалізувати багатоваріантні алгоритми розрахунку показників на основі вибору з банку моделей та алгоритмів найефективніших математичного методу, моделі й алгоритму для конкретного об'єкта управління. Крім того, задачі, що розв'язуються з використанням нових ІТ, можуть забезпечити відповіді на комплекс нерегламентованих запитів користувачів.

Розрахункові задачі, що розв'язуються регулярно з установленою циклічністю і не потребують миттєвої реакції обчислювальної системи, реалізуються в режимі пакетного оброблення. Кілька таких задач об'єднуються в пакет, який вводять й обробляють в ЕОМ. Мета пакетування – досягти найефективнішого завантаження пам'яті, пристроїв введення-виведення. Тривалість обчислення при цьому не має значення. Задачі, що розв'язуються в режимі пакетного оброблення, поділяють на задачі прямого доступу й оптимізаційні.

З технологічної точки зору реалізація оптимізаційних задач пов'язана зі значним завантаженням процесора, периферійні пристрої використовуються менш інтенсивно. Розв'язання задач прямого доступу веде до переважного завантаження пристроїв введення-виведення; процесор використовується менше, оскільки ці задачі зводяться до виконання нескладних арифметичних операцій, багаторазового згрупування і вибірки великого обсягу даних.

Інформаційно-довідкові й задачі оперативної лічби потребують швидкої реакції обчислювальної системи на запит. Інформаційно-довідкові задачі задовольняють потребу користувача в інформації, що зберігається в БД. Тому вони характеризуються не визначеними заздалегідь запитом користувача.

тувача, а необхідністю в оперативному діалозі з ЕОМ. Крім того, час відповіді ЕОМ не повинен перевищувати кількох секунд. Характерна особливість задач оперативної лічби полягає в тому, що в процесі їх розв'язування не тільки вилучають необхідні дані з БД, а й виконують розрахунки із залученням оперативної інформації, які актуалізують БД. З точки зору технології розв'язування ця група задач потребує системи доступу користувачів до БД, контролю інформації, що вводиться.

Системи підтримки прийняття рішень орієнтовано на розв'язання слабкоформалізованих задач управління підприємствами, які виникають внаслідок невизначеності ринкового середовища. Задачі цього класу мають спільну БД і спільну базу моделей для розв'язання. Особлива увага в них надається діалогу, зокрема дружності інтерфейсу ОПР – СППР. На параметри технологічного процесу також впливають структура алгоритму розв'язання задачі, часові інтервали, коли потрібна результатна інформація стосовно розглядуваної задачі, відповідна конфігурація технічних засобів.

Саме задача є об'єктом розроблення, впровадження та експлуатації кінцевим користувачем. Із використанням АРМ, що мають засоби ІТ, поняття “задача” розглядається ширше – як закінчений комплекс оброблення інформації з забезпеченням видачі або прямих керуючих впливів на хід виробничого процесу (об'єкт управління), або необхідної інформації для прийняття рішень управлінським персоналом, або генерації готового рішення для затвердження керівництвом. Тому задача розглядається як елемент системи управління, що забезпечує якісно нові рішення стосовно управління, а не як елемент системи оброблення даних.

Функціональна структура ІС має орієнтуватись на ті інформаційні потреби кінцевих користувачів, які змінюються в умовах ринку, та відображати зміст і специфіку функцій управління конкретним економічним об'єктом. АІС повинна мати гнучку структуру і бути відкритою системою, тобто допускати внесення необхідних змін у розроблену модель та забезпечувати нарощування функціональних можливостей в міру необхідності.

Ця вимога реалізується за допомогою принципу модульності АІС. Кожний прикладний модуль системи має обслуговувати деяку інформаційну сферу. Головною вимогою при розробленні модулів повинна бути орієнтація системи на автоматизацію управління діяльністю об'єкта, а не на розв'язання локальних функціональних задач. При цьому функції, що реалізуються, та модулі мають розглядатися з точки зору потреб кінцевих користувачів, а не програмної реалізації. Комплексність системи забезпечується завдяки інтеграції модулів в єдину систему.

Модульна побудова АІС передбачає безліч різних типів архітектурних рішень у межах єдиного комплексу.

За допомогою принципу модульності вирішується проблема розподілу задач між учасниками процесу управління, оскільки деякі задачі можуть бути повністю розв'язані на одному робочому місці, а інші для цього потребують участі багатьох управлінських працівників.

7.4. Адаптивність ІС

Термін адаптивність (від латинського “adaptio” — пристосування) запозичений із біології, де адаптацією називається пристосування організму до змінного середовища з метою збереження його життєздатності і життєдіяльності.

Адаптивність АІС — можливість системи забезпечувати свою адекватність реальним умовам об'єкта управління на досить великому часовому інтервалі функціонування. При цьому затрати на забезпечення адекватності повинні бути відносно невеликі.

Адаптивність АІС забезпечується за рахунок адаптивних властивостей, закладених в систему в процесі проектування.

Коли йде мова про адаптивні системи, то мається на увазі наступне:

- 1) система працює при наявності невизначених або змінних умов;
- 2) система отримує інформацію про ці умови в процесі роботи;
- 3) система зразу ж безпосередньо використовує цю інформацію для зміни своєї поведінки.

При цьому, звичайно, зумовлюється, що робота системи є доцільною, тобто система призначена для досягнення цілком визначеної мети. Якщо процеси отримання інформації і зміни поведінки з її використанням є найкращими в розумінні досягнення поставленого завдання, то така адаптивна система є ще й оптимальною.

Останнім часом встановилась більш менш загальноприйнята уява про один із найбільш розроблених і поширених на практиці клас адаптивних систем - самонастроювані. Робляться спроби побудови адаптивних систем вищого класу, в яких пристрій адаптації змінює при необхідності алгоритм і структуру управління в процесі адаптації. Цей клас адаптивних систем отримав назву самоорганізованих.

Схема майже всіх існуючих адаптивних систем складається з двох контурів — основного контура, який реалізує один із “класичних” принципів управління, і контура адаптації. На основі аналізу зібраної інформації пристрій адаптації виконує ідентифікацію об'єкта (або системи), тобто оцінює, наскільки і в який бік змінились параметри, і потім виробляє вплив на перебудову параметрів основного контура.

Адаптивні системи з ідентифікатором — клас систем управління складними об'єктами зі змінними характеристиками. Для широкого класу об'єктів управління необхідне постійне уточнення моделі, пов'язане зі змінними в часі характеристиками.

Відсутність або брак апіорної інформації про об'єкт як на стадії проектування системи управління, так і в процесі експлуатації, велика інерційність об'єкта, стохастичний характер зв'язків вимагають використання моделі об'єкта для управління на основі прогнозу вихідних змінних за врахованими вхідними змінними.

Для таких об'єктів необхідна можливість уточнення моделі в умовах функціонування об'єкта. Ця вимога веде до необхідності мати в колі зворотнього зв'язку системи управління структурний елемент, який би розв'язував завдання ідентифікації, тобто побудови і уточнення моделі об'єкта.

Конструктивно цей елемент (ідентифікатор) може бути виділений в управляючій обчислювальній машині програмно, реалізований в окремому універсальному або спеціалізованому обчислювальному пристрої і т.п.

Найбільш дослідженим способом задання середовища, в якому працює система, є параметричний. Це означає, що опис середовища задається з точністю до параметрів, які або спочатку невідомі, або змінюються в часі невідомим (в загальному випадку випадковим) чином. Отримання інформації про середовище полягає в оцінці параметрів.

В загальному випадку процес адаптації описується досить складним графом. Адаптивні властивості системи визначаються в даному випадку: 1) середнім часом переходу з початкової вершини у вершину, яка відповідає істинним значенням параметрів середовища; 2) стаціонарним розподілом ймовірностей перебування системи в тій чи іншій вершині графа.

Адаптивні властивості АІС — властивості, які дозволяють оперативно і без суттєвих затрат модернізувати функціонуючу АІС у відповідності зі змінами в організаційній та інформаційно-економічній системі, методах управління, планових, облікових і звітних показниках об'єкта управління з врахуванням можливих змін інформаційно-обчислювальної системи.

Основні адаптивні властивості АІС:

- 1) налаштування на ресурси і структуру обчислювальної системи;
- 2) варіабельність інформаційного і програмного середовища;
- 3) налаштування на предметну область;
- 4) надійність обробки даних.

При проектуванні АІС доцільно керуватись наступними вимогами:

- система повинна бути інваріантною до типу і кількості використовуваних засобів обчислювальної техніки;
- в системі повинні бути закладені спеціальні програмно-алгоритмічні засоби, дозволяючі розвивати і вдосконалювати її в процесі функціонування;
- система повинна бути інваріантна стосовно організаційної структури об'єкта управління;

- система повинна налаштовуватись на позамашинне і машинне інформаційне середовище, включаючи параметри інформаційних потоків;
- засобами АІС повинна забезпечуватись її адекватність реальним умовам об'єкта управління на досить великому часовому інтервалі;
- засобами АІС повинна забезпечуватись надійна і вчасна обробка інформації.

7.4.1. Оцінка адаптивної надійності системи

Адаптивна надійність — властивість системи виконувати свої функції при їх зміні в межах вимог, обумовлених розвитком системи управління об'єктом протягом заданого проміжку часу.

Цю характеристику важливо враховувати у зв'язку з об'єктивним характером зміни функцій АІС в процесі її експлуатації. Адаптивна надійність є однією із кількісних мір оцінки адаптивності АІС.

Адаптивна надійність оцінює адекватність проекту реальним умовам об'єкту управління на деякому часовому інтервалі в процесі функціонування. Адаптивна надійність є функцією відмов АІС. Під відмовою в даному випадку вважається факт неотримання користувачем результатів розв'язку деякої задачі (комплексу задач) внаслідок зміни її характеристик (вмісту чи представлення інформації, алгоритмів розрахунку показників і т.д.).

Більшість АІС відносяться до класу відновлюваних систем, тому справедливим є твердження, що на них діє два потоки — потік відмов і потік відновлень. Коефіцієнт, який характеризує адаптивну надійність K_a , можна оцінити наступним чином:

$$K_a = T_v / (T_v + T_{відн}),$$

де T_v — середній час між відмовами;

$T_{відн}$ — середній час відновлення.

Коефіцієнт адаптивної надійності досягає максимально можливого значення при відповідності складу варіюючих характеристик системи управління складові параметрів налаштування використовуваних засобів створення і модернізації АІС.

Основна відмінність функціональної надійності від адаптивної полягає в тому, що перша з них визначається на основі оцінки надійності елементів системи, а друга обчислюється як ймовірність того, що АІС виконає свої функції, незважаючи на зміни, які відбуваються на об'єкті управління. Разом ці дві характеристики дають досить повну інформацію про надійність АІС.

7.5. Ефективність людино-машинної взаємодії в ІС

7.5.1. Ергономічна складова ефективності ІС

Ефективність людино-машинної взаємодії в ІС тісно пов'язана з ергономікою. Термін “ергономіка” запропонований в 1949 році в Оксфорді англійськими вченими і прийнятий в квітні 1959 року Міжнародною ергономічною асоціацією.

Цей термін виявився найбільш вдалим зі всіх пропонуванних: у Франції ергономіка довго називалась “психотехнікою”, а в Німеччині – “антропотехнікою”, в Росії – “ергологією”.

Ергономіка (від грецького “ergon” – робота і “nomos” – закон) – це наука, яка вивчає людину чи групу людей та їх діяльність в умовах сучасного виробництва з метою оптимізації знарядь, умов і процесу праці. Основний предмет її вивчення – системи “людина-машина”.

Моральний аспект цієї науки містить:

- 1) підвищення ефективності функціонування систем “людина-машина”;
- 2) охорона здоров'я людини;
- 3) гармонійний розвиток особистості людини, зайнятої у виробничому процесі.

В основі всієї ергономіки лежить антропоцентрична концепція, яка включає ергономічні дослідження, ергономічне проектування і ергономічні випробовування.

Ергономічні дослідження, в процесі яких нагромаджуються знання про реальну дійсність, можуть проводитись і на математичних моделях процесів. Ця інформація використовується при ергономічному проектуванні. Ергономічні випробовування виявляють всі прорахунки проектувальників і ставлять нові вимоги перед дослідниками.

Всі системи “людина-машина” (СЛМ) ергономіка поділяє на прості і складні. Складність системи визначається в першу чергу складністю процесів перетворення предметів праці в продукт праці і складністю знарядь праці, з допомогою яких проводяться ці перетворення.

Надійність СЛМ визначається як властивість системи виконувати функції, зберігаючи в часі значення встановлених показників у заданих межах при заданих умовах експлуатації.

Надійність СЛМ є комплексною властивістю, яка залежно від призначення СЛМ і умов її експлуатації може включати безвідмовність, обслуговуваність, ремонтпридатність, довговічність, збережуваність окремо чи у певному поєднанні цих властивостей як для системи, так і для її частин.

В процесі створення і експлуатації СЛМ повинен бути встановлений і забезпечений необхідний рівень надійності системи з врахуванням ергономічних факторів, а саме:

- СЛМ — це багатофункціональні системи, до складу яких входять технічні засоби, оперативний і обслуговуючий персонал;
- СЛМ є відновлюваними і обслуговуваними системами, розрахованими на тривале функціонування;
- СЛМ можуть мати структурне, інформаційне, часове і функціональне резервування, тому надійність системи в цілому може бути вищою від надійності її складових частин;
- наявність оперативного і обслуговуючого персоналу та користувачів в системі може як збільшувати загальну надійність виконання заданих функцій, так і зменшувати її залежно від організації обслуговування і експлуатації системи;
- в процесі функціонування СЛМ відбувається пристосування (взаємодія) людини і машини, що дозволяє як підвищити, так і знизити надійність СЛМ;
- рівень надійності СЛМ в значній мірі визначає ефективність всієї інформаційної системи.

7.5.2. Шляхи підвищення ергономічної складової ефективності ІС

Як ланка переробки інформації, людина подібна універсальному обчислювальному пристрою. Уступаючи обчислювальним машинам в швидкодії, вона може виконувати операції, недоступні їм: вирішувати проблеми інтуїтивним способом, орієнтуватися при неповній інформації в непередбачених ситуаціях, приймати принципово нові творчі рішення.

Підвищення експлуатаційної надійності ІС, обумовленої впливом на неї людини, здійснюється в двох напрямках:

1) пристосування техніки до психофізіологічних особливостей людини-оператора в процесі її проектування (раціональне розташування приладів, вибір освітленості, обмеження шуму, врахування вимог щодо швидкості реакції людини та інш.);

2) пристосування людини до технічних вимог машини (відбір операторів, тренування і навчання їх виконанню операцій обслуговування).

Звичайно, людина — найменш точний елемент в ланці управління, що особливо важливо, коли ця ланка через нього замикається. Тому будь-які заходи щодо підвищення точності роботи людини суттєві для підвищення результуючої точності і надійності всієї системи. До таких ефективних заходів відносяться:

- чітке визначення функцій, виконуваних людиною;
- узгодження характеристик системи і людини;
- раціональна конструкція засобів представлення інформації та органів управління;
- оптимальне розташування їх на панелях щитів і пультів;

- спеціальні тренування персоналу;
- організація режиму роботи і умов праці.

Підвищення надійності СЛМ, а отже, ефективності всієї ІС, при проектуванні можна добитися схемними, конструктивними та ергономічними методами.

Схемні методи об'єднують заходи по підвищенню надійності СЛМ шляхом вдосконалення їх технологій і принципових схем. До них відносять, наприклад, створення по можливості простих схем (технологій); створення схем з обмеженими наслідками відмов; резервування елементів і систем; створення схем з широкими допусками на параметри елементів і зовнішні впливи.

До конструктивних методів відносять: створення надійних елементів; створення сприятливого режиму роботи елементів; правильний підбір параметрів елементів; здійснення заходів для полегшення ремонту; уніфікація елементів і систем; врахування досвіду експлуатації аналогічних проєктованих систем.

Загальне ергономічне забезпечення покликане організувати роботу людини-оператора, починаючи від оптимальних форм шкал, ручок, оптимального зусилля на органи управління і відстань від них, оптимального освітлення робочого місця і т.д., закінчуючи загальними методами забезпечення якості функціонування СЛМ.

Цільове ергономічне забезпечення покликане організувати працю людини-оператора, залученого в СЛМ конкретного класу з метою пошуку оптимальних способів використання людських можливостей стосовно до даного класу СЛМ (що власне доручити людині, які способи контролю і управління рекомендувати як типові для даного класу СЛМ, якими засобами забезпечити оператора під час роботи, які характеристики враховувати для відбору операторів, які навички тренувати при навчанні).

Отже, загальне ергономічне забезпечення передбачає врахування загальних закономірностей процесів функціонування СЛМ різних класів. Цільове ергономічне забезпечення призначене для рішення задач розподілу функцій, синтезу режимів роботи і профілактичного обслуговування СЛМ, контролю стану операторів і якості функціонування СЛМ. Цільове ергономічне забезпечення завжди конкретне, його результати не можуть переноситися з однієї області в іншу без ретельного аналізу і перевірки.

Ергономічне забезпечення складається із наступних комплексів:

1) комплекс різної документації, яка забезпечує формулювання ергономічних вимог до робочих місць, інформаційних моделей і умов діяльності персоналу, а також найдоцільніші способи реалізації цих вимог і здійснення ергономічної експертизи рівня їх реалізації;

2) комплекс методів, навчально-методичних документів і технічних засобів підготовки, які забезпечують обґрунтування формулювання вимог до рівня підготовки персоналу, а також формування системи відбору і підготовки персоналу ІС;

3) комплекс методів і методик, які забезпечують високу ефективність діяльності людини в ІС.

Ергономічні методи використовують для вирішення таких завдань:

- забезпечення раціонального розподілу функцій людини і технічних засобів залежно від цільової функції (роль і місце людини-оператора в СЛМ);
- оцінка і контроль функціональних станів операторів з метою забезпечення безпеки праці і заданого рівня якості функціонування системи;
- вибір профілактичних впливів на СЛМ;
- синтез ергономічних паспортів СЛМ як міри зручності експлуатації і ступеня досконалості технічних засобів і робочих місць СЛМ;
- автоматизація ергономічного проектування СЛМ;
- професійна підготовка персоналу СЛМ;
- розробка оргпроекту СЛМ;
- організація групової діяльності спеціалістів в СЛМ.

Для вирішення задач забезпечення надійності проводять такі групи заходів:

- розробка наукових методів експлуатації СЛМ;
- збір і узагальнення досвіду експлуатації;
- підвищення кваліфікації працівників;
- вдосконалення організації обслуговування СЛМ;
- автоматизація обслуговування і відновлення СЛМ.

7.5.3. Основні характеристики людини-оператора ЕОМ

До основних характеристик оператора, які впливають на ефективність його роботи, відносять швидкодію, точність, надійність, психічну напруженість.

Швидкодія — час рішення задачі оператором, тобто час від моменту появи сигналу до моменту закінчення виконання управляючих дій. В простих випадках цей час виражається формулою:

$$T_0 = a + bI,$$

де a — затрати часу, супутні обробці інформації від моменту поступання сигналу до реалізації рішення;

b — час, необхідний на обробку одиниці інформації;

I — кількість перероблюваної інформації.

Точність роботи оператора — ступінь відповідності виконання ним певних функцій заданому алгоритму.

При кількісній оцінці точності оператора використовують похибку, рівну різниці між значенням параметра, отриманим при зчитуванні, і його значенням, відображуваним індикатором.

Розрізняють систематичні і випадкові похибки оператора.

Систематичну похибку оператора можна усунути чи скомпенсувати поправкою. Випадкову похибку оператора оцінюють середньоквадратичною похибкою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2},$$

де n — число вимірювань;

a_i — результат i -го вимірювання;

\bar{a} — середньоарифметичне значення результатів вимірювань.

Точність роботи оператора залежить від характеристик сигналу, ступеня складності задач, умов і темпу роботи, функціонального стану нервової системи, індивідуальних особливостей, часу неперервної роботи оператора, втомлюваності та інших факторів. Точність оператора росте із збільшенням часу його навчання (тренування) і з деякого моменту досягає максимального значення.

Надійність оператора — здатність виконувати в повному об'ємі покладені на нього функції при певних умовах роботи. Надійність оператора суттєво впливає на надійність СЛМ.

Надійність оператора можна оцінити ймовірністю його безпомилкової роботи $P_{\text{л}}(t)$ при певних умовах протягом заданого часу t або функцією стійкої роботи:

$$P_{\text{л}}(t) = P(T > t),$$

де T — випадкова величина часу безпомилкової роботи.

В процесі роботи СЛМ техніка може відмовляти, а людина допускати помилки, але при певних умовах компенсувати відмови техніки і свої помилки.

Розглянемо надійність СЛМ. Прийнемо наступні припущення:

- відмови техніки і помилки оператора є нечастими, випадковими і незалежними подіями;
- поява більше як однієї однотипної події за час роботи системи від t до $t+\Delta t$ практично неможлива;
- здатність компенсувати помилки і безпомилково працювати є незалежними властивостями оператора.

Тоді, якщо неможлива компенсація помилок і відмов, ймовірність безвідмовної роботи протягом часу $(t; t+\Delta t)$ такої СЛМ:

$$P_1(t, \Delta t) = P_m(t, \Delta t) P_n(\Delta t),$$

де $P_T(t, \Delta t)$ — ймовірність безвідмовної роботи технічної системи за час від t до $t+\Delta t$;

$P_n(\Delta t)$ — ймовірність безпомилкової роботи операторів протягом часу Δt при умові, що технічна система працює безвідмовно;

t — загальний час експлуатації технічної системи.

Надійність СЛМ підвищується, якщо оператор миттєво з ймовірністю p компенсує помилку. Тоді ймовірність безвідмовної роботи СЛМ:

$$P_2(t, \Delta t) = P_m(t, \Delta t) \{P_n(\Delta t) + [1 - P_n(\Delta t)]p\}.$$

Аналогічно, надійність СЛМ підвищується, якщо оператор, не допускаючи помилки, компенсує відмову технічної системи. В цьому випадку ймовірність безвідмовної роботи СЛМ:

$$P_3(t, \Delta t) = P_n(\Delta t) [P_m(t, \Delta t) + P_y(t, \Delta t, \delta)].$$

де $P_y(t, \Delta t, \delta)$ — умовна ймовірність безвідмовної роботи протягом часу $(t, t+\Delta t)$ СЛМ з компенсацією наслідків відмов при умові, що відмова виникла в момент δ ($t < \delta < t + \Delta t$) і була скомпенсована.

Якщо в системі компенсуються і помилки, і відмови, то ймовірність безвідмовної роботи СЛМ:

$$P_n(t, \Delta t) = \{P_n(\Delta t) + [1 - P_n(\Delta t)] p\} [P_m(t, \Delta t) + P_y(t, \Delta t, \delta)].$$

Відношення

$$G = P_n(t, \Delta t) / P_1(t, \Delta t)$$

характеризує **виграш по надійності СЛМ** за рахунок компенсації помилок і відмов оператором. Виграш в надійності збільшується з ростом p і $P(t, \Delta t, \delta)$, тобто із збільшенням рівня натренованості оператора на компенсації відмов і помилок.

Психічна напруженість. Специфічна характеристика оператора - напруженість діяльності. Напруженість праці оператора виникає внаслідок складності виконуваної роботи (операційна напруженість) або в результаті дії негативних подразників (емоційна напруженість). Про напруженість праці судять за величиною відхилень умов праці від нормальних.

На результати діяльності оператора впливає характер поступаючого інформаційного потоку. Тому при визначенні напруженості оператора використовують гранично допустимі норми, які характеризують значення його **інформаційного навантаження**: коефіцієнт завантаженості, період зайнятості, час перебування інформації на обробці, швидкість поступання інформації.

Коефіцієнт завантаженості

$$\eta = \tau_0 / T_p,$$

де τ_0 — час, протягом якого оператор зайнятий обробкою інформації, що поступає;

T_p — загальний час роботи.

Згідно даних фізіології праці $\eta \leq 0,75$.

Період зайнятості — час неперервної (без пауз) роботи. Для операторів рекомендують, щоб цей час не перевищував 15 хв.

Зовнішні завади (шуми, вібрації, яскраві спалахи світла і т.п.) також можуть викликати збої в роботі оператора чи інші його помилки.

Для зменшення перевантаження оператора рекомендується:

- видавати йому інформацію з деяким випередженням до початку виконання;
- скорочувати потік інформації до необхідного мінімуму, відокремлюючи менш важливу для її отримання по запити;
- передбачати фільтрацію інформації, дозволяючи оператору відбирати дані у відповідності з його можливостями та умовами праці;
- розробляти раціональну схему діяльності оператора;
- надавати можливість оператору використовувати для прийняття рішення максимально можливий час, передбачаючи сигналізатори допустимого часу;
- зберігати за бажанням оператора необхідну інформацію на деякий час.

7.5.4. Ефективність колективної діяльності

В складних системах техніка обслуговується, як правило, групами операторів, об'єднаних спільною метою управління. Хоча в таких системах окремі оператори і окремі їх групи виконують певні завдання, процес управління системою не можна розглядати як звичайну суму їх паралельної діяльності. Цей процес характеризується перш за все взаємозв'язком операторів та їх взаємодією. Враховуючи це, виникає завдання вивчення не тільки взаємодії оператора з технікою, але і взаємодії між операторами та їх групами.

Ефективність складних систем та їх надійність суттєво залежать від узгодженості дій операторів і груп. В дослідженні групової діяльності об'єднуються зусилля інженерної і соціальної психології.

Під групою вважається сукупність (спільність) людей, об'єднаних в просторі і часі, які спільно вирішують те чи інше завдання і мають безпосередні чи опосередковані з допомогою техніки контакти.

Залежно від складності завдання та умов роботи може бути визначена оптимальна чисельність групи, яка забезпечує найефективніше виконання завдання. Ефективність діяльності суттєво залежить не тільки від чисельності групи, але і від організації, розподілу функцій та взаємних зв'язків між її членами. Функціональна структура групи залежно від вирішуваних завдань та умов діяльності будується за принципом ланцюга, зірки, кола, дерева чи сітки.

Провідна роль в груповій діяльності операторів належить інформаційним зв'язкам між членами групи, залежним від її функціональної організації. При аналізі групової діяльності перш за все:

- оцінюються інформаційні зв'язки між операторами;
- вивчається характер зв'язків (односторонній чи двосторонній зв'язок);
- встановлюється рівень ієрархії управління, який займає оператор, і визначається частота обміну інформацією між членами групи;
- виявляється відповідність комплексу технічних засобів вимогам оптимальності їх обслуговування операторами при вирішенні поставлених задач.

Ефективність групової діяльності залежить від знань, здібностей, вмінь і навиків кожного члена. Разом з тим участь в груповій діяльності збагачує знання кожного окремого працівника, вдосконалює його здібності і навички.

Ефективність групової діяльності не можна прогнозувати, спираючись тільки на індивідуальні психологічні якості і характеристики, на дані, отримані при ізольованому дослідженні індивідуальної діяльності оператора. Для цього необхідно вивчати поведінку кожного з операторів в процесі їх групової діяльності, досліджувати поведінку групи в цілому при зміні діяльності і зміні взаємних зв'язків.

Дослідження показують, що навіть успішне вирішення завдання, як правило, супроводжується неоднаковим особистим внеском операторів. Завжди можна вирізнити людину, який направляє загальну стратегію групи, в той час як інші, не завжди навіть усвідомлюючи це, підпорядковуються її керівним діям. При певних умовах кожен з операторів може виступати в ролі лідера.

Соціальна психологія вивчає взаємовідносини між членами групи, групову динаміку, проблему лідера, психологічну сумісність членів групи та інш.

Групову діяльність операторів досліджують, використовуючи апарат теорії ігор, теорії масового обслуговування, моделювання на ЕОМ.

Таким чином, тільки на основі всестороннього вивчення групових факторів в їх взаємозв'язку можна зробити обґрунтовані прогнози про ефективність діяльності групи в тих чи інших умовах.

Етапи підготовки ергономічної складової ІС повинні містити:

- дані про персонал і обладнання з врахуванням умов інженерної психології;
- інформацію про кількість і кваліфікацію необхідного персоналу;
- розробку методів навчання персоналу;
- план навчань;
- збір інформації для навчально-тренувального обладнання;
- створення навчально-тренувального обладнання;
- технічні інструкції і керівництва;
- випробування і атестацію персоналу.

Все це дасть можливість значно підвищити ефективність ІС.

8. УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ІС

8.1. Методи підвищення надійності ІС

Ефективність інформаційної системи в значній мірі залежить від рівня її надійності, в першу чергу від рівня її безвідмовності. Досвід експлуатації показує, що рівень надійності систем не завжди відповідає сучасним вимогам, тому дуже актуальною є проблема розробки методів, які б забезпечували необхідні рівні характеристик надійності системи. Надійність системи можна підвищити, використовуючи різні методи. При цьому щоразу слід вибирати придатний метод з врахуванням вартості, вагових, габаритних та інших характеристик системи.

Методи підвищення надійності можна класифікувати за сферою їх використання (рисунком 8.1).

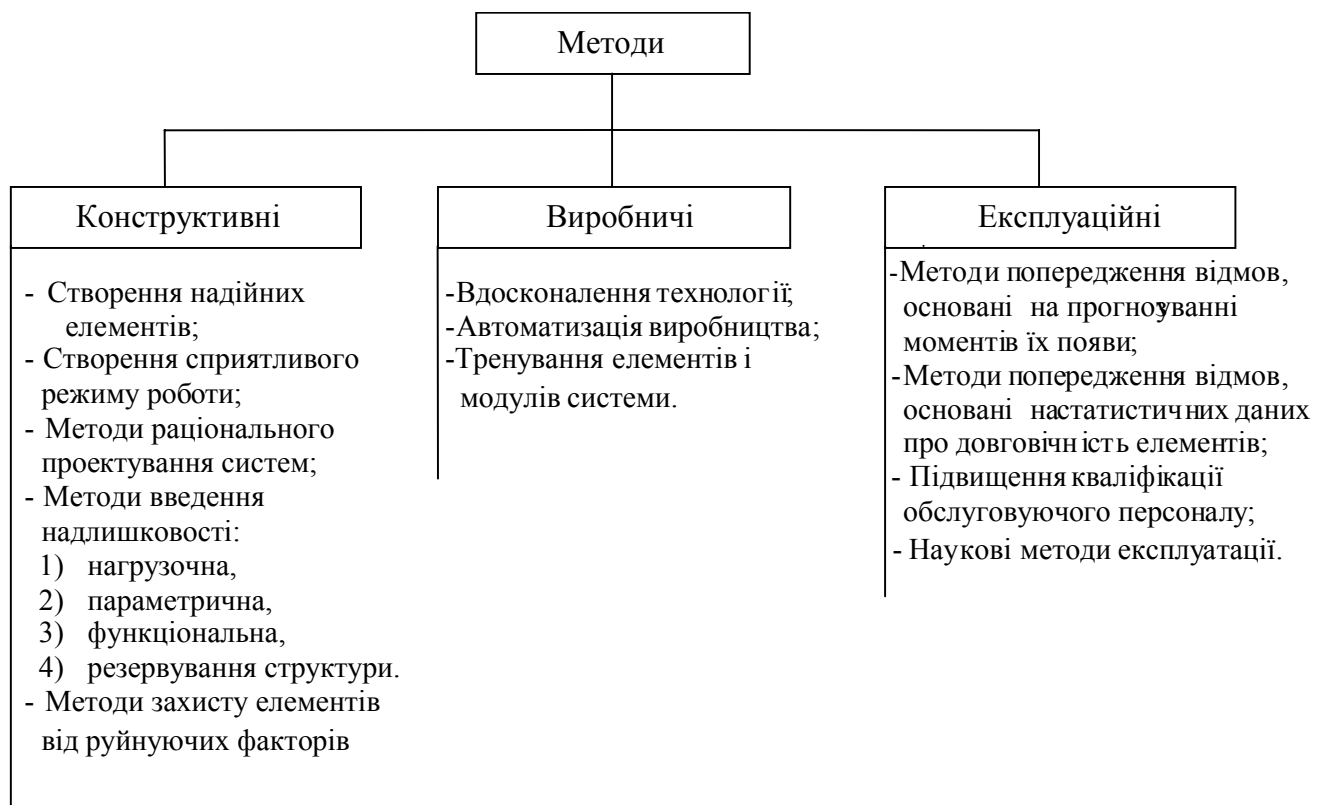


Рис. 8.1. Класифікація методів підвищення надійності.

При високій якості обслуговування експлуатаційна надійність ІС може підвищуватись в порівнянні з прогнозованою на етапі проектування і виробництва.

Для підвищення надійності технічних засобів використовують такі основні методи:

- резервування;
- зменшення інтенсивності відмов;

- зменшення часу безвідмовної роботи;
- зменшення середнього часу відновлення.

Резервування є одним із ефективних способів підвищення надійності технічної складової системи, але завжди пов'язане із збільшенням її габаритів, маси, вартості.

Розглянемо класифікацію методів резервування (таблиця 8.1)

Таблиця 8.1.

Класифікація методів резервування

Ознака резервування	Метод резервування
За видом з'єднання основних і резервних елементів	Загальне
	Окреме
	Змішане
	Зі змінною структурою (динамічне)
За навантаженням резервних елементів до їх включення	Навантажене
	Недовантажене (полегшене)
	Ненавантажене
	Зі змінним навантаженням
За способом переключення основних і резервних елементів	З ручним переключенням
	З напівавтоматичним переключенням
	З автоматичним переключенням
За наявністю відновлення елементів	Без відновлення
	З відновленням
За використовуваними параметрами системи	Інформаційне
	Структурне (апаратне, елементне)
	Функціональне
	Часове

Головними видами резервування є:

- апаратне (елементне);
- функціональне;
- часове;
- інформаційне.

8.1.1. Апаратне резервування

Розрізняють два основних способи з'єднань елементів в систему: послідовне (основне) і паралельне (резервне).

З'єднання елементів називається послідовним, якщо відмова хоча б одного елемента приводить до відмови всієї системи.

Система послідовно з'єднаних елементів працездатна тоді і тільки тоді, коли працездатні всі її елементи. Елементи такої системи називаються основними. Структурна схема системи з послідовно з'єднаними елементами подана на рисунку 8.2.

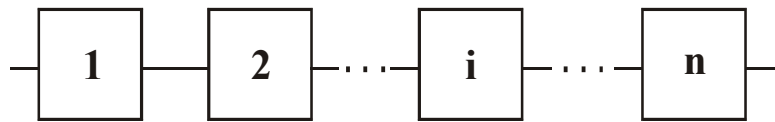


Рис. 8.2. Послідовне з'єднання елементів.

З'єднання елементів в систему називається паралельним (резервним), якщо відмова в системі настає тільки після відмови всіх елементів. Таким чином, системи з паралельним включенням елементів володіють структурною надлишковістю, що забезпечує підвищення надійності. Спосіб підвищення надійності за рахунок введення структурної надлишковості називається резервуванням.

При правильному виборі способу резервування надійність, в загальному, збільшується, але при цьому збільшуються зусилля на обслуговування, перевірку і профілактику, оскільки потік відмов елементів збільшується за рахунок збільшення числа елементів. Ввід надлишковості за рахунок додаткових функціональних зв'язків збільшує надійність, але цьому процесу протирічить процес зменшення надійності за рахунок безпосереднього збільшення об'єму апаратури. Тому необхідне таке проектування, яке в результаті забезпечило б суттєве підвищення надійності всього виробу.

В резервованій системі розрізняють основний елемент і резервні елементи, які підключені паралельно основному і беруть на себе функції основного елемента в разі відмови (рисунок 8.3).

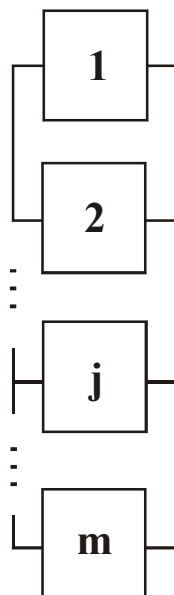


Рис. 8.3. Паралельне (резервне) з'єднання елементів

Основним параметром резервування є його кратність m - відношення числа резервних елементів до числа основних. Кратність резервування може бути цілою і дробовою. Резервування називається загальним, якщо резервується вся система. Наприклад, структурна схема системи з загальним резер-

вуванням, де резервується основна вітка, що містить n елементів подана на рисунку 8.4. Число резервних віток m , кратність резервування m .

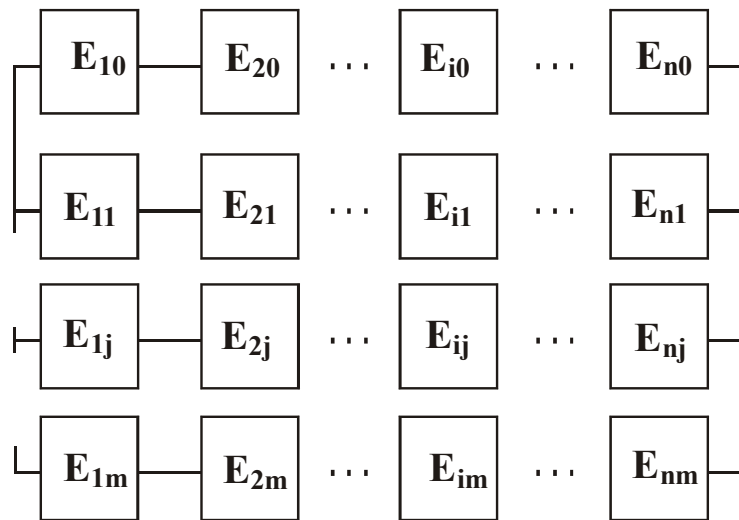


Рис. 8.4. Схема загального резервування

Резервування називається поелементним, якщо резервуються окремо елементи системи (рисунок 8.5). Поелементне резервування порівняно з загальним має ряд переваг:

- дозволяє отримати вищу надійність;
- є можливість резервувати диференційовано “слабі місця” шляхом подальшого поділу підсистем;
- при застосуванні невеликих додаткових апаратних затрат можна ввести індикацію відмов, що суттєво спрощує пошук несправностей.

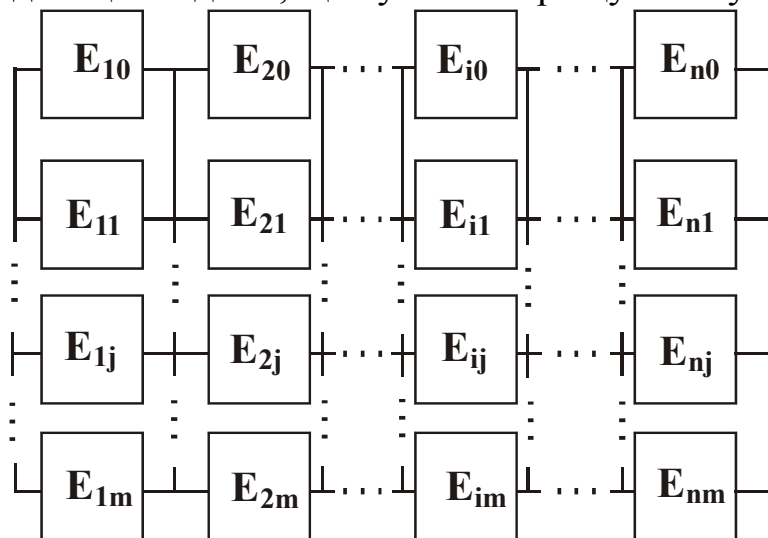


Рис. 8.5. Схема поелементного резервування

Для кожного типу апаратури є свій оптимальний (з точки зору надійності) рівень резервування. Виграш в надійності оцінюється відношенням ймовірностей відмов нерезервованої й резервованої апаратури.

Реальні системи часто мають змішану структуру з’єднання елементів, тобто складаються з підсистем, що містять різну кількість послідовних і паралельних елементів.

За способом включення резервних елементів розрізняють постійне резервування і резервування замісництвом. При постійному резервуванні резервні елементи підключаються до основних протягом всього часу роботи і знаходяться в однаковому з ними режимі. У випадку відмови одного елемента його функції продовжує виконувати інший. При резервуванні замісництвом резервні елементи підключаються на місце основного після його відмови і приймають на себе його функції.

Постійне резервування інакше називають “гарячим”, резервування замісництвом — “холодним”.

При побудові схеми резервування необхідно також враховувати наступні моменти:

- при постійному резервуванні резервний елемент витрачає свій ресурс неперервно;
- підключення резервних елементів може здійснюватись вручну або автоматично;
- можливі різні поєднання методів резервування;
- рекомендується резервування замісництвом застосовувати на рівні великих конструктивних одиниць (наприклад, на рівні блоків) або систем, а постійне резервування — на рівні елементів і деталей.

При включенні резерву замісництвом резервні елементи до моменту включення їх в роботу можуть знаходитися в різних режимах: в режимі навантаженого резерву, коли умови роботи резервних елементів співпадають з умовами роботи основних елементів; в режимі ненавантаженого резерву, коли умови роботи резервних елементів такі, що їх ресурси практично починають використовуватись тільки після включення їх на місце основного. Можливий проміжний полегшений режим роботи резервних елементів, коли резервні елементи знаходяться в стані недовантаження, при цьому їх ресурси в стані резерву витрачаються повільніше, ніж в стані роботи.

Особливе значення для підвищення надійності передачі інформації по каналах зв'язку і надійності обчислювальних комплексів має резервування мажоритарне (з використанням “голосування”). Цей спосіб оснований на використанні додаткового елемента, який називається мажоритарний або логічний, або кворум-елемент. Він дозволяє вести порівняння сигналів, які поступають від елементів, що виконують одну і ту ж функцію.

Резервування по принципу голосування “два з трьох” — будь-які два співпадаючі результати з трьох вважаються істинними і проходять на вихід пристрою. Можна використовувати співвідношення три з п'яти та інш. Головною перевагою цього способу є забезпечення підвищення надійності при будь-яких видах відмов працюючих елементів і підвищення достовірності інформаційно-логічних пристроїв.

За навантаженістю резервних елементів резервування поділяється на такі види:

1. Навантажене резервування — коли резервний елемент знаходиться в тому ж режимі, що й основний елемент.

2. Недовантажене резервування — коли резервний елемент знаходиться в менш навантаженому режимі, ніж основний елемент.

3. Ненавантаженое резервування — коли резервний елемент не несе навантаження (вимкнутий).

4. Резервування із змінним навантаженням — коли резервний елемент у певні моменти часу може знаходитись в одному із заданих станів (навантаженому, полегшеному, ненавантаженому).

Сучасні сервери підтримують можливість встановлення надлишкових або резервних пристроїв і автоматичної передачі повноважень справному пристрою від іншого, який відмовив. Надлишково можуть бути встановлені джерела живлень, вентилятори, мережеві адаптери, центральні процесори, жорсткі диски та інші компоненти. Для забезпечення неперервної роботи використовуються інтерфейси з можливістю заміни компонент без зупинки системи.

Апаратна надлишковість суттєво підвищує вартість системи, проте ймовірність втрати даних та простоїв системи значно зменшується.

8.1.2. Резервування функціональне

Функціональне резервування — резервування, при якому задана функція може виконуватись різними способами і технічними засобами. Наприклад, функція передачі інформації може виконуватись з використанням радіоканалів, телеграфу, телефону та інших засобів зв'язку. Функціональне резервування призначене для підвищення функціональної надійності.

При використанні функціонального резервування ефективність роботи в основному і резервних режимах, як правило, суттєво відрізняється. Тому для оцінки надійності системи з функціональним резервуванням усереднені оцінки безвідмовності (середнє напрацювання на відмову, середній коефіцієнт готовності, ймовірність безвідмовного стану) стають малоінформативними і не зовсім придатними для використання. Найбільш прийнятливі показники надійності в такому випадку — коефіцієнт ефективності і набір показників технічної надійності ($P(t)$, T , K_2) для кожного із можливих працездатних станів системи.

8.1.3. Часове резервування

Часове резервування — таке планування роботи системи, при якому створюється резерв робочого часу для виконання заданих функцій. Цей резерв може забезпечуватись різними способами.

Нехай для виконання деякої операції, наприклад для передачі інформації заданого об'єму, необхідний час t . При плануванні роботи на цю операцію відводиться час $(t+t_p)$, де t_p — резервний час. Резервний час може бути використаний або для повторення передачі інформації, або для усунення несправності апаратури. Введення t_p дозволяє підвищити достовірність роботи і знижує кількість відмов, враховуваних при оцінці надійності.

Апаратура передачі і прийому інформації може знаходитись в режимі неперервної готовності, але інформацію передає і приймає на великих інтервалах часу періодично. В цьому випадку виникають інтервали часу, на яких відмови апаратури не приводять до відмови функціонування системи. Таким чином, створюється своєрідний резерв часу. Він може бути використаний для усунення несправностей. Відмови, які виникли на інтервалі цього резервного часу, не враховуються при оцінці надійності.

8.1.4. Інформаційне резервування

Інформаційне резервування (надлишковість) — введення надлишкових інформаційних символів при передачі, обробці і відтворенні інформації. Наприклад, зображення цифр з допомогою деяких комбінацій ліній із загального числа семи можливих. Деякі з цих цифр можуть бути відтворені при зниканні однієї з ліній (наприклад, 1,2,4), а значення цифри сприйняте без спотворення. Значення інших цифр (наприклад, 8,6) спотворюється при одиничній відмові. Тому можна стверджувати, що при зображенні цифр 1,2,4 в даному випадку має місце інформаційна надлишковість (резервування), що дозволяє підвищити надійність у відтворенні інформації.

До категорії інформаційної надлишковості відноситься також кодування інформації з використанням додаткових розрядів, які дозволяють виявити і навіть усунути помилки в передачі інформації (коректуючі коди).

8.2. Організація інформаційного фонду об'єкта управління

8.2.1. Інформаційна складова ефективності ІС

Інформація — сукупність чи набір даних, що використовуються з певною метою. Поняття інформації звичайно передбачає наявність двох об'єктів — джерела і користувача.

Інформаційне забезпечення (ІЗ) ІС — сукупність реалізованих рішень по об'єктах, розміщенню і формах організації інформації, що циркулює в автоматизованій системі при її функціонуванні. Тобто, ІЗ — це сукупність даних про економічний об'єкт, способи їх представлення, зберігання і перетворення.

Потоком інформації називається організований в межах інформаційної системи рух даних в певному напрямку при наявності загального джерела і

загального приймача. Вивчення інформаційного потоку дозволяє будувати інформаційну модель системи і аналізувати шлях формування та зв'язку вхідних і вихідних масивів, структуру інформаційних зв'язків в системі.

Основне призначення ІЗ — вчасно видавати системі управління, зокрема, особам, що приймають рішення, достовірну інформацію, необхідну і достатню для прийняття оптимальних чи близьких до них управлінських рішень.

ІС має справу не з самим об'єктом, а з інформацією про нього. Тому основна функція ІЗ полягає у створенні і веденні динамічної інформаційної моделі об'єкту, яка в кожен момент часу містить дані, які відповідають фактичним значенням параметрів з мінімально допустимою затримкою в часі. Ці дані повинні видаватися кожному користувачу, якому вони необхідні для прийняття рішень. Відповідність даних фактичним значенням параметрів з заданою точністю є важливою характеристикою ІЗ. Для його реалізації застосовують спеціальні методи контролю і забезпечення достовірності.

ІЗ включає в себе:

- нормативно-довідкову інформацію;
- необхідні класифікатори техніко-економічної інформації;
- масиви даних, необхідних для розв'язку задач;
- уніфіковані документи.

Всю сукупність процесів обробки інформації можна розділити на три види:

- збір, накопичення, зберігання і поновлення даних;
- логічне й аналітичне перетворення;
- видача користувачам результуючої інформації.

Розгляд кожного з цих процесів дозволив сформулювати вимоги до проектування систем інформаційного забезпечення з точки зору оптимального формування, раціональної обробки і комплексного використання в системі. Такими вимогами є:

- 1) повнота — здатність інформаційного масиву відобразити стан економічного об'єкту за всіма необхідними для управління параметрами;
- 2) ненадлишковість — побудова масиву мінімальної довжини, але з ознакою повноти;
- 3) достовірність — відповідність вхідних і нормативно-довідкових даних реально протікаючим процесам, забезпечення необхідної точності результуючої інформації;
- 4) своєчасність — здатність проводити збір і обробку вхідної інформації і видачу результуючих даних у встановлені терміни, зумовлені режимом функціонування об'єкту управління.

8.2.2. Класифікація і аналіз помилок в економічній інформації

Помилки виникають на будь-якому етапі функціонування автоматизованої інформаційної системи. Їх можна розділити на дві групи:

1) помилки персоналу ІС, зумовлені психофізіологічними можливостями людини, об'єктивними причинами (недосконалістю моделей подання інформації, недостатньою кваліфікацією персоналу, недосконалістю технічних засобів тощо) і суб'єктивними причинами (недбалістю, безвідповідальністю деяких користувачів, навмисним спотворенням інформації, поганою організацією праці тощо);

2) помилки, викликані несправністю технічних засобів системи (пов'язані з несправністю обладнання, невідповідністю його до технічних норм, порушенням необхідних умов роботи технічних засобів і зберігання машинних носіїв інформації, з фізичним зношуванням елементів і вузлів технічних засобів, різного роду завадами тощо).

Інколи виявляють помилки на вході даних, тобто помилки, які виникають у зовнішньому середовищі, поза системою, що розглядається, і поступають в неї у складі вхідних даних.

Знаючи джерело помилок, частоту їх повторення, можна передбачити методи боротьби з ними.

Методи контролю орфографічних помилок оснований на введенні надлишковості у вхідне повідомлення. Надлишковість може вводиться у вигляді надлишкового розряду.

Є три основні способи побудови надлишкових кодів:

- використання ознак ділення числа на деяку наперед задану (вибрану) основу N ;
- заборона використання деякої частини реквізитів;
- заборона використання деякої сукупності символів при побудові реквізиту.

Використання надлишкового коду для контролю достовірності передачі інформації можна спрощено представити наступним чином. Джерело передає по каналу інформацію, яка складається із смислової частини і однієї чи кількох надлишкових ознак, зв'язаних певним чином з інформаційними знаками. Приймач інформації здійснює перевірку наявності даного зв'язку. Якщо достовірність інформації при передачі порушена, то залежність теж порушується, що і є ознакою наявності помилки.

Методи контролю при обробці інформації класифікують за різними параметрами:

- за кількістю основних операцій, охоплених контролем:
 - 1) одиничний (одна операція);
 - 2) груповий (група послідовних операцій);
 - 3) комплексний (контроль якогось етапу обробки даних);

- за частотою контролю:
 - 1) неперервний;
 - 2) циклічний;
 - 3) періодичний;
 - 4) разовий;
 - 5) вибірковий;
 - 6) по відхиленнях;
- за часом контролю:
 - 1) до виконання основних операцій;
 - 2) одночасно з ними;
 - 3) в проміжках між основними операціями;
 - 4) після основних операцій;
- за видом обладнання контролю:
 - 1) вбудований;
 - 2) контроль з допомогою додаткових технічних засобів;
 - 3) безапаратний;
- за рівнем автоматизації:
 - 1) ручний;
 - 2) автоматизований;
 - 3) автоматичний.

8.2.3. Оцінка достовірності інформації

Під достовірністю інформації розуміють деяку функцію ймовірності помилки, тобто події, яка полягає в тому, що реальна інформація в системі про деякий параметр не співпадає в межах заданої точності з істинним значенням.

Необхідна достовірність досягається використанням різних методів, реалізація яких вимагає вводу в системи обробки даних інформаційної, часової або структурної надлишковості. Достовірність при обробці даних досягається шляхом контролю і виявлення помилок у вхідних і вихідних даних, їх локалізації та виправлення. Умова підвищення достовірності — зниження частки помилок до допустимого рівня. В конкретних АІС потрібна достовірність повинна встановлюватись з врахуванням небажаних наслідків, до яких може привести помилка, і тих затрат, які необхідні для її попередження.

Важливим етапом вибору і розробки методів і механізмів забезпечення достовірності інформації є аналіз процесів її обробки. В ході аналізу вивчають структуру обробки даних, будують моделі виникнення помилок і їх взаємодії, розраховують ймовірності виникнення, виявлення та виправлення помилок для різних варіантів структур обробки даних і використання механізмів забезпечення потрібного рівня достовірності.

До методів підвищення достовірності належать системні, програмні, апаратні методи та захист інформації.

Системні методи включають:

- оптимізацію структури обробки даних;
- підтримку характеристик обладнання в заданих межах;
- підвищення культури обробки інформації;
- навчання і стимулювання персоналу;
- створення оптимального числа копій і (або) передісторій програм, вхідних і поточних даних;
- визначення оптимальної величини пакетів даних і швидкості первинної обробки, процедур доступу до масивів та інш.

Програмні методи підвищення достовірності обробки інформації полягають в тому, що при складанні процедур обробки даних в них передбачають додаткові операції, які мають математичний чи логічний зв'язок з алгоритмом обробки даних. Порівняння результатів цих додаткових операцій з результатами обробки даних дає можливість виявити з певною ймовірністю наявність чи відсутність помилок.

Апаратні методи контролю і виявлення помилок можуть виконувати практично ті ж функції, що й програмні. Апаратними методами виявляють помилки ближче до місця їх виникнення і недоступні для програмних методів.

Всі методи контролю даних базуються на використанні певної надлишковості.

Резервування інформаційних масивів, основане на інформаційній надлишковості, є ефективним методом підвищення достовірності інформації і зменшення ймовірності втрат від її руйнування. Під руйнуванням інформаційного масиву вважається подія, яка приводить до неможливості її дальшого використання внаслідок появи помилкових даних чи виходу з ладу фізичного носія інформації.

Існує три методи резервування інформаційних масивів:

1) використовується деяка кількість копій інформаційних масивів. Якщо основний масив зруйновано, то використовується перша його копія, якщо вона зруйнувалась, то друга і т.д.;

2) використовуються особливості організації поновлення масивів поточних даних, тобто в якості копій поточного масиву служать його передісторії (попередні масиви і масиви змін);

3) змішаний метод, тобто для поточного масиву створюються його копії і зберігається задане число передісторій (спочатку використовуються копії, а у випадку їх руйнування масив відновлюється з передісторії).

Основними характеристиками методів резервування є:

- ймовірність успішного поновлення (використання) інформаційного масиву P ;
- ймовірність руйнування основного масиву, його копій та передісторій $(1-P)$;

- середній час розв'язку задачі (поновлення) при умові успішного її рішення;
- середній час до руйнування масиву і його копій;
- середній час розв'язку задачі незалежно від того, успішно вона розв'язана чи ні;
- коефіцієнт готовності системи обробки даних;
- середні експлуатаційні затрати системи в фіксованому інтервалі часу функціонування системи.

Резервування даних – це процедура створення копії даних на випадок виходу з ладу основного носія. Розрізняють:

- безпосереднє (online) резервування;
- майже безпосереднє (nearline) резервування;
- відкладене (offline) резервування.

Безпосереднє резервування передбачає створення дзеркальної копії основних накопичувачів. Метод характеризується високою швидкістю, проте вартість таких систем висока, а дисковий простір використовується неефективно, оскільки одна половина його є повною копією іншої.

При майже безпосередньому резервуванні резервний накопичувач не є постійно доступним системі, проте він може бути швидко приведений в робочий стан. Цей метод дозволяє швидко створювати надійні копії, дає можливість зберігати великі об'єми інформації, проте носії для такого резервування є дорогими.

Відкладене резервування є найбільш поширеним, оскільки легко реалізується і має оптимальне співвідношення вартість/ефективність. Метод передбачає стиснення копій даних і характеризується низькою швидкістю.

Використання різних підходів до резервування інформаційних масивів в мережах ЕОМ має ряд особливостей, що враховують топологію мережі, надійність і вартість використання каналів зв'язку та ЕОМ мережі, затримку повідомлень та інш.

8.2.4. Вибір режиму оброблення інформації в ІС

Режими роботи ЕОМ визначають залежно від можливостей доступу користувача до машинних ресурсів й особливостей організації програмного та технічного забезпечення. Розрізняють такі режими оброблення інформації в АІС: пакетний, телеоброблення, інтерактивний або діалоговий, реального часу, розподілу часу.

При *пакетному режимі* користувач не має доступу до машинних ресурсів. Його використовують при централізованому обробленні інформації. У пакетному режимі розв'язують регламентні задачі, в яких відомо періодичність їх розв'язання і термін, до якого необхідно подати результат.

Підготовлені задачі передають персоналу, який обслуговує ЕОМ, і за певними принципами та характеристиками підбирають в пакет задач. У пакетному режимі ЕОМ обробляє вхідний потік задач як в однопрограмному, так і в мультипрограмному режимах. Задачі, що формують пакет, можуть мати різні пріоритети – статичні та динамічні. Перші надаються задачам заздалегідь, другі визначаються керуючими програмами в ході розв'язування задач.

Режим пакетного оброблення інформації передбачає введення всієї необхідної інформації (програм, даних) в обчислювальну систему до початку розв'язування задачі й оброблення інформації згідно із заданим алгоритмом перетворення. Одночасно відповідно до технології оброблення інформації здійснюють контроль і корекцію даних, формування вихідних файлів даних.

Після видачі інформації користувачеві виконують генерацію та редагування даних, їх виведення на друк, машинні носії інформації, лінії зв'язку.

При формуванні вихідних масивів використовують інформацію, що зберігається в БД. Після виконання відповідних розрахунків БД поповнюють даними або коректують, якщо це передбачено технологією.

Основна мета пакетного режиму оброблення інформації – мінімізувати час розв'язання заданого потоку задач завдяки безперервному їх обробленню.

Режим телеоброблення інформації застосовують при необхідності оперативної взаємодії користувача з ЕОМ у процесі оброблення інформації, що надходить від віддалених абонентів. У цьому режимі користувач дістає безпосередній доступ до машинних ресурсів.

8.3. Безпека інформаційних систем

Захист інформації в ІС пов'язаний із збільшенням об'ємів даних, до яких одночасно звертається для розв'язку різних завдань велика кількість користувачів. Це приводить до вразливості інформації, тобто можливості її несанкціонованого використання, спотворення чи знищення внаслідок доступу користувачів, які не мають спеціальних повноважень, до конфіденційних даних. Для зменшення ймовірності несанкціонованого використання інформації розробляють спеціальні механізми її захисту.

Існуючі методи і механізми захисту включають в себе процедурні, програмні і апаратні способи організації захисту.

Процурні методи захисту забезпечують доступ до даних тільки тим користувачам, які мають відповідний дозвіл. Реалізація процедурних методів захисту забезпечується встановленням паролів, грифів секретності даних, створенням організаційних і фізичних обмежень (вахтери, охорона і т.д.), а підвищення їх ефективності досягається шляхом відповідного навчання і підвищення рівня відповідальності персоналу. Відповідальність за порушення безпеки даних при цьому покладається на особи, в обов'язки яких входить:

- управління доступом до даних;
- облік спроб несанкціонованого доступу до захищених даних;

- реєстрація осіб, які мають копії даних обмеженого використання;
- аналіз функціонування системи захисту і підвищення якості її роботи;
- аналіз наслідків, викликаних “зламом” системи захисту.

Процедурні методи захисту використовують в основному на етапах первинної обробки даних і видачі результатів обробки користувачам.

Програмні і апаратні методи захисту використовують на етапі обробки даних на ЕОМ. Вони забезпечують:

- обслуговування “законних” користувачів;
- доступ до об’єктів захисту у відповідності з встановленими правами і правилами;
- можливість зміни (модифікації) правил взаємодії між користувачами і об’єктами захисту;
- можливість отримання інформації про безпеку об’єктів захисту.

У всіх випадках вводу методів захисту повинні бути розроблені організаційні заходи, які передбачають функціонування захисту, зокрема зберігання і заміну паролів (“захист захисту”). В постановках задач синтезу систем захисту в якості обмежуючих факторів і показників ефективності захисту виступають вартісні і часові затрати на розробку і експлуатацію методів захисту, втрати від зламування системи захисту, ймовірність і середній час несанкціонованого доступу до об’єктів захисту.

Пристаюючи до створення системи захисту, необхідно пам’ятати:

- вартість захисту не повинна перевищувати вартості інформації, що захищається, або суми збитків, до яких може привести несанкціонований доступ до неї;
- вартість подолання зловмисником встановленого захисту повинна перевищувати вартість інформації, що захищається, або суму збитків.

Рівень захисту залежить і від наявності кваліфікованого персоналу, який зможе надалі підтримувати в робочому стані встановлене програмно-апаратне забезпечення. Чим складніша система захисту, тим більше ресурсів (людей, часу, грошей) вона вимагає для свого обслуговування.

Сама собою система безпеки інформаційної системи не приносить прибутку, проте її відсутність може бути причиною великих збитків (наприклад, втрата конфіденційності внаслідок несанкціонованого доступу до інформації, втрата даних внаслідок спотворення або знищення файлів).

Визначаючи загрози, від яких буде створюватись захист, необхідно брати до уваги і затрати на його реалізацію. Серед них, наприклад, матеріальні затрати на придбання обладнання та програмного забезпечення, затрати на шифрування та дешифрування. Витрати на захист від кожної загрози мають бути адекватними можливим наслідкам цієї загрози з врахуванням ймовірності їх появи.

Вартість засобів захисту від певного виду загроз не повинна перевищувати втрат, до яких може спричинити ця загроза, в тому числі і втрат на відновлення інформаційної системи.

На нинішній час захист інформації – розвинута галузь науки і техніки, що пропонує на ринку широкий спектр різноманітних засобів для захисту даних. Проте жоден з них окремо взятий не в змозі гарантувати адекватну безпеку інформаційної системи. Надійний захист можливий лише за умови проведення комплексу взаємодоповнюючих компонентів, а саме:

- нормативно-правові засоби;
- адміністративні заходи;
- спеціальне обладнання та програмне забезпечення.

Можна виділити чотири етапи побудови політики безпеки інформаційних систем:

- реєстрація всіх ресурсів, які повинні бути захищені;
- аналіз та створення списків можливих загроз для кожного ресурсу;
- оцінка ймовірності появи кожної загрози;
- прийняття рішень, які дозволять економічно ефективно захистити інформаційну систему.

Сукупність адміністративних заходів та вибір спеціального обладнання і програмного забезпечення повинні здійснюватись для конкретної інформаційної системи. Безпеку інформаційної системи не можна купити, її треба постійно підтримувати: контролювати, модернізувати та оновлювати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматизированные информационные технологии в экономике / Семенов М. И., Трубилин И. Т., Лойко В. И., Барановская Т. П. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 416 с.
2. Информационные технологии управления: Учеб.пособие/ Под ред. Титоренко Г. А. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 280 с.
3. Інформаційні системи і технології в економіці: Посібник / За ред. Пономаренка В. С. – К.: Видавничий центр “Академія”, 2002. – 544 с.
4. Старик Д. Э. Как рассчитать эффективность инвестиций. – М.: АО “Финстатинформ”, 1996. – 92 с.
5. ДСТУ 2938-94. Системи оброблення інформації. Основні поняття. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України. – 1995. – 32 с.
6. ДСТУ 2940-94. Системи оброблення інформації. Керування процесами оброблення даних. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України. – 1995. – 28 с.
7. ДСТУ 2941-94. Системи оброблення інформації. Розроблення систем. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України. – 1995. – 20 с.
8. ДСТУ 2566-94. Засоби радіоелектронні. Надійність резервованих систем. Загальні положення. – К.: Держстандарт України. – 1995. – 27 с.
8. Беренс В., Хавранек П. Руководство по оценке эффективности инвестиций: Пер. с англ. – М.: АОЗТ “Интерэксперт”, “ИНФРА-М”, 1995. – 528 с.
9. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / Коссов В. В., Лившиц В. Н., Шахназаров А. Г. – М.: ОАО “НПО” Изд-во “Экономика”, 2000. – 421 с.
10. Валяуга Э., Новицкас Ю. Экономическая оценка программных средств. – Вильнюс: ЛитНИИТИ, 1987. – 140 с.
11. Кинг Д. Создание эффективного программного обеспечения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 288 с.
12. Выпов Г. П., Саламатина Л. И. Конструирование и функционирование программного обеспечения для АСУ. – К.: Наукова думка, 1990. – 156 с.
13. Щураков В. В. Надежность программного обеспечения систем обработки данных: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 272 с.
14. Інформаційні системи в менеджменті: Навч.посібник/ Батюк А. Є., Двудіт З. П., Обельовська К. М. та ін. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, “Інтелект-Захід”, 2004. – 520с.

Таблиця значень функції $y = e^{-x}$

x	y	x	y	x	y	x	y
0,00	1,000	0,40	0,670	0,80	0,449	3,00	0,050
0,01	0,990	0,41	0,664	0,81	0,445	3,10	0,045
0,02	0,980	0,42	0,657	0,82	0,440	3,20	0,041
0,03	0,970	0,43	0,650	0,83	0,436	3,30	0,037
0,04	0,961	0,44	0,644	0,84	0,432	3,40	0,033
0,05	0,951	0,45	0,638	0,85	0,427	3,50	0,030
0,06	0,942	0,46	0,631	0,86	0,423	3,60	0,027
0,07	0,932	0,47	0,625	0,87	0,419	3,70	0,025
0,08	0,923	0,48	0,619	0,88	0,415	3,80	0,022
0,09	0,914	0,49	0,613	0,89	0,411	3,90	0,020
0,10	0,905	0,50	0,606	0,90	0,407	4,00	0,0183
0,11	0,896	0,51	0,600	0,91	0,403	4,10	0,0166
0,12	0,887	0,52	0,595	0,92	0,399	4,20	0,0150
0,13	0,878	0,53	0,589	0,93	0,395	4,30	0,0136
0,14	0,869	0,54	0,583	0,94	0,391	4,40	0,0123
0,15	0,861	0,55	0,577	0,95	0,387	4,50	0,0111
0,16	0,852	0,56	0,571	0,96	0,383	4,60	0,0101
0,17	0,844	0,57	0,565	0,97	0,379	4,70	0,0091
0,18	0,835	0,58	0,560	0,98	0,375	4,80	0,0082
0,19	0,827	0,59	0,554	0,99	0,372	4,90	0,0074
0,20	0,819	0,60	0,549	1,00	0,368	5,00	0,0067
0,21	0,811	0,61	0,543	1,10	0,333	5,10	0,0061
0,22	0,803	0,62	0,538	1,20	0,302	5,20	0,0055
0,23	0,795	0,63	0,533	1,30	0,273	5,30	0,0050
0,24	0,787	0,64	0,527	1,40	0,247	5,40	0,0045
0,25	0,779	0,65	0,522	1,50	0,223	5,50	0,0041
0,26	0,771	0,66	0,517	1,60	0,202	5,60	0,0037
0,27	0,763	0,67	0,512	1,70	0,183	5,70	0,0033
0,28	0,756	0,68	0,507	1,80	0,165	5,80	0,0030
0,29	0,748	0,69	0,502	1,90	0,150	5,90	0,0027
0,30	0,741	0,70	0,497	2,00	0,135	6,00	0,0025
0,31	0,733	0,71	0,492	2,10	0,122	6,10	0,0022
0,32	0,726	0,72	0,487	2,20	0,111	6,20	0,0020
0,33	0,719	0,73	0,482	2,30	0,100	6,30	0,0018
0,34	0,712	0,74	0,477	2,40	0,091	6,40	0,0017
0,35	0,705	0,75	0,472	2,50	0,082	6,50	0,0015
0,36	0,698	0,76	0,468	2,60	0,074	6,60	0,0014
0,37	0,692	0,77	0,463	2,70	0,067	6,70	0,0012
0,38	0,684	0,78	0,458	2,80	0,061	6,80	0,0011
0,39	0,677	0,79	0,454	2,90	0,055	6,90	0,0010
0,40	0,670	0,80	0,449	3,00	0,050	7,00	0,0009

ГЛОСАРІЙ

Інформаційна система (ІС) – система, що організує пам'ять і маніпулювання інформацією про проблемну сферу.

Ефективність ІС – загальна властивість системи, що характеризує рівень (ступінь) її пристосованості до виконання поставлених задач.

Інформаційна технологія (ІТ) – методи оброблення інформації та організаційно-управлінські концепції її формування і споживання, а також сукупність усіх видів інформаційної техніки; єдність процедур щодо збирання, накопичення, зберігання, оброблення та передачі даних із застосуванням вибраного комплексу технічних засобів.

Структура ІС – характеристика внутрішнього стану системи, опис постійних зв'язків між її елементами.

Функціональна структура ІС – структура, елементами якої є підсистеми (компоненти), функції ІС або її частини, а зв'язки між елементами – це потоки інформації, що циркулює між ними при функціонуванні ІС.

Технічна структура ІС – структура, елементами якої є обладнання комплексу технічних засобів ІС, а зв'язки між елементами відбивають інформаційний обмін.

Організаційна структура ІС – структура, елементами якої є колективи людей та окремі виконавці, а зв'язки між елементами – інформаційні, субпідрядності і взаємодії.

Документальна структура ІС – структура, елементами якої є неподільні складові і документи ІС, а зв'язки між елементами – взаємодії, вхідності і субпідрядності.

Алгоритмічна структура ІС – алгоритми, зв'язки між якими реалізуються за допомогою інформаційних масивів.

Програмна структура ІС – елементами структури є програмні модулі, зв'язки між якими реалізуються у вигляді інформаційних масивів.

Інформаційна структура ІС – структура, елементами якої є форми існування і подання інформації у системі, а зв'язки між ними – операції перетворення інформації в системі.

Економічна інформація – сукупність відомостей (даних), які відбивають стан або визначають напрям змін і розвитку народного господарства та його ланок.

Функція ІС – сукупність дій інформаційної системи, яка спрямована на досягнення зазначеної мети.

Компонент (підсистема) ІС – частина ІС, що виділена за зазначеною ознакою або сукупністю ознак і розглядається як одне ціле.

Організаційне забезпечення ІС – сукупність документів, що описують технологію функціонування ІС, методи вибору і застосування користувачами технологічних прийомів для одержання конкретних результатів при функціонуванні ІС.

Інформаційне забезпечення ІС – сукупність інформації, інформаційних ресурсів, засобів та методів ведення усієї інформаційної бази – об'єкта управління.

Технічне забезпечення ІС – сукупність усіх технічних засобів, використовуваних при функціонуванні комп'ютерної ІС.

Математичне забезпечення ІС – сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів розв'язування задач, які застосовуються в ІС.

Програмне забезпечення ІС – сукупність програм на носіях даних і програмних документів, які призначені для налагодження, функціонування і перевірки працездатності ІС.

Лінгвістичне забезпечення ІС – сукупність засобів і правил для формалізації природної мови, які використовуються при спілкуванні користувачів та експлуатаційного персоналу ІС з комплексом засобів автоматизації при функціонуванні ІС.

Правове забезпечення ІС – сукупність правових норм, які регламентують правові відносини при функціонуванні ІС та юридичний статус результатів такого функціонування.

Методичне забезпечення ІС – сукупність документів, які описують технологію функціонування ІС, методи вибору і застосування користувачами технологічних прийомів для одержання конкретних результатів при функціонуванні ІС.

Ергономічне забезпечення ІС – сукупність засобів і методів, які створюють найсприятливіші умови праці людини в ІС, умови для взаємодії людини і ЕОМ. (Сукупність реалізованих рішень в ІС по узгодженню психологічних, психофізіологічних, антропометричних, фізіологічних характеристик і можливостей користувачів ІС з технічними характеристиками комплексу засобів автоматизації ІС та параметрами робочого середовища на робочих місцях персоналу ІС).

АРМ в інформаційній системі – програмно-технічний комплекс, призначений для автоматизації діяльності зазначеного виду.

Автоматизація розрахунків – людино-машинне розв'язування економічних задач.

Показник ефективності ІС – міра або характеристика для оцінки ефективності ІС.

Інформаційна база – сукупність впорядкованої інформації, яка використовується при функціонуванні ІС.

Автоматизована система (АС) – система, яка складається з персоналу і комплексу засобів автоматизації його діяльності та реалізує інформаційну технологію виконання установлених функцій.

Сумісність АС – комплексна властивість двох чи більше АС, яка характеризує їх здатність взаємодіяти при функціонуванні.

Життєвий цикл АС – сукупність взаємозв'язаних процесів створення і послідовної зміни стану АС від формування початкових вимог до неї до закінчення експлуатації та утилізації комплексу засобів автоматизації АС.

Завадостійкість АС – властивість АС, яка характеризується здатністю виконувати свої функції в умовах впливу завад, зокрема від електромагнітних полів.

Живучість АС – властивість АС, яка характеризується здатністю виконувати встановлений об'єм функцій в умовах впливу зовнішнього середовища та відмов компонентів системи в заданих межах.

Надійність АС – комплексна властивість АС зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, характеризуючих здатність АС виконувати свої функції в заданих режимах та умовах експлуатації.

Адаптивність АС – здатність АС змінюватись для збереження своїх експлуатаційних показників в заданих межах при змінах зовнішнього середовища.

Супровід ІС – діяльність по наданню послуг, необхідних для забезпечення стійкого функціонування чи розвитку системи.

Політика безпеки – формальний виклад правил, яких повинні дотримуватися особи, що одержують доступ до корпоративних технологій та інформації.

Інформатизація – сукупність взаємопов'язаних, правових, політичних, соціально-економічних, науково-технічних та виробничих процесів, які спрямовані на задоволення інформаційних потреб окремих громадян і суспільства в цілому і які використовують для цього сучасні інформаційні технології і автоматизовані інформаційні системи.

Навчально-методичне видання

Опорний конспект лекцій з дисципліни “Ефективність інформаційних систем”

Підписано до друку 10.10.2005 р.

Формат 60x84 ¹/₁₆. Гарнітура Times.

Папір офсетний. Друк на дублікаторі.

Облік.-видавн. арк. 7,1. Умовн. друк. арк.5,7. Зам. №.1-48

Тираж 100 прим.

Віддруковано у видавництві ТДЕУ

“Економічна думка”

46000 Тернопіль, вул. Львівська, 11,

тел. (0352) 43-22-18, факс (0352) 43-24-40

E-mail: edition@tane.edu.ua