

Міністерство освіти і науки України
Вінницький Національний Технічний Університет

Конспект лекцій з дисципліни
«Основи комп'ютерно-інтегрованих технологій»

Укладач: ст.викладач кафедри КСУ, к.т.н.

Никитенко О.Д.

Для напряму підготовки 6.050202 - "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

Вінниця 2013 рік

Основні поняття комп'ютерно-інтегрованих технологій

- 1.1 Використання і застосування КІТ
- 1.2 Основні визначення та поняття.
- 1.3 Історія розвитку АСУ
- 1.4. Комп'ютер в системах автоматизації
- 1.5 Структурна схема КІСУ
- 1.6 Рівні організації комп'ютерно-інтегрованого виробництва

1.1. Використання і застосування КІТ

Більшість систем керування, які зараз використовуються, є комп'ютерно-інтегрованими, тому що основними технічними засобами таких систем є комп'ютери, застосування яких дозволяє інтегрувати кілька функцій управління.



Контроль на підприємстві за допомогою КІТ

КІТ найкращим чином пристосовані для автоматизації управління неперервними і дискретними процесами, і застосовуються в наступних областях:

- управління виробництвом;
- передачею і розподіленням електроенергії;
- промислове виробництво;
- водоочистка і водорозподіл;
- управління космічними об'єктами;
- транспортне управління(всі види транспорту: авіаперевезення, метро, залізничний, автомобільний, водний);
- телекомунікації;
- воєнна область;
- медицина,;
- туризм;
- готельно-ресторанний бізнес.

В світі нараховується **не один десяток компаній**, які активно займаються розробкою та впровадженням комп'ютерно-інтегрованих технологій. Програмні продукти деяких з цих компаній представлені на українському ринку.

Застосування комп'ютерної техніки в медицині

За останні 20 років рівень застосування комп'ютерів в медицині надзвичайно підвищився. Практична медицина стає все більш і більш автоматизованою.

Існує безліч програм для комп'ютерів. Складні сучасні дослідження в медицині немислимі без застосування обчислювальної техніки. в діагностиці.

До таких досліджень можна віднести **комп'ютерну томографію**, томографію з використанням явища ядерно-магнітного резонансу, **ультрасонографію**, дослідження із застосуванням ізотопів. Кількість інформації, яка виходить за таких дослідження так величезна, що без комп'ютера чоловік був би нездатний її сприйняти і обробити.

Так же комп'ютер використовується для стеження за станом хворих в стаціонарі. Уявіть, в палаті інтенсивної терапії лежить важко хвора людина. На високому штативі підвішений посудину з лікарським розчином, крапля за краплею що надходять в кров хворого. Швидкість надходження ліки і його склад (зазвичай воно складається з кількох компонентів) повинні визначатися в залежності від стану хворого. Якщо, наприклад, різко погіршилася робота серця, слід терміново додати стимулюючий засіб. Зрозуміло, *що важко забезпечити постійне чергування лікаря*, який зможе одночасно стежити за пульсом, тиском, диханням, ритмічністю роботи серця і постійно коректувати склад розчину в залежності від стану, що спостерігається.

Однак із цим чудово справляється комп'ютер. *Датчики, закріплені на тілі хворого, передають свідчення в ЕОМ, скажімо, раз на хвилину.* Залежно від стану хворого комп'ютер дає команду виконавчим механізмам, що представляє собою, грубо кажучи, дистанційно керовані вентилі, що регулюють надходження окремих видів ліків в посудину, з якого розчин подається в кров хворого. Ніякої колектив лікарів з плоті і крові не в змозі забезпечити таку точність подачі ліків. Цей же комп'ютер може в *залежності від стану хворого управляти мікрокліматом в палаті з допомогою кондиціонера (регулювати температуру, вологість, подачу кисню ..).* Якщо один з вимірюваних параметрів візьме загрозливе значення, скажімо, при підвищенні температури до 40 °, комп'ютер подасть сигнал для виклику чергового лікаря.

Дуже важливим останнім часом стає використання **комп'ютерів, об'єднаних в комп'ютерні мережі (NetCracker Profesional – моделювання комп мереж)** за допомогою спеціальних кабелів або телефонних каналів. Такі комп'ютерні мережі дозволяють дуже ефективно проводити обмін даними між віддаленими один від одного комп'ютерами. У рамках Російського Міністерства Охорони здоров'я і медичної промисловості функціонує *комп'ютерна мережа MEDNET, яка дозволяє спростити збір статистичних медичних даних по регіонах, робити відповідну обробку, агрегування даних та складання звітності.* Крім того, ця мережа дозволяє передавати будь-які дані між медичними установами, що мають комп'ютери.

- в стоматології (мікроскопи на основі компютера)
- в офтальмології (комп'ютерна корекція зору)
- в операційній діяльності

Широке застосування комп'ютерної техніки **в плануванні та управлінні сучасним складним виробництвом** багато в чому сприяє досягненню високих кінцевих результатів на кожному підприємстві. Обсяг планово-економічної інформації, необхідної в ході складання планів підприємства, настільки великий, що для її своєчасного аналізу і правильної оцінки потрібно повсюдне застосування комп'ютерних засобів збору, передачі та обробки. Вибір правильних планово-управлінських рішень пов'язаний з розглядом і оцінкою великої кількості альтернативних варіантів, що вимагають проведення складних і трудомістких розрахунків. Так, при обробці на двох верстатах чотирьох деталей, що мають різну трудомісткість і собівартість, виникає близько 100 можливих варіантів планування робіт. Тому сучасні системи внутрішньогосподарського планування припускають використання досконалої комп'ютерної техніки.

Будь-яка комп'ютерна система планово-економічних розрахунків є перш за все *складної людино-машинної системою*, в якій головну роль грає економіст-менеджер. Повна система автоматизованого планування складається зазвичай з компонентів технічного та програмного забезпечення, що обслуговуються або використовуваних людиною.

Сучасні персональні комп'ютери, здатні підтримувати складне графічне програмне забезпечення і обробляти великі масиви планово-економічних даних, можуть застосовуватися як для багатокористувацьких систем з декількома робочими станціями, так і для забезпечення окремих видів планової діяльності.

Ідеальне взаємодія внутрішньофірмових підрозділів досягається при оснащенні їх персональними комп'ютерами, об'єднаними в єдину інтегровану систему. На рис. 12.1 наведена інтегрована система планування, проектування та управління машинобудівним підприємством.

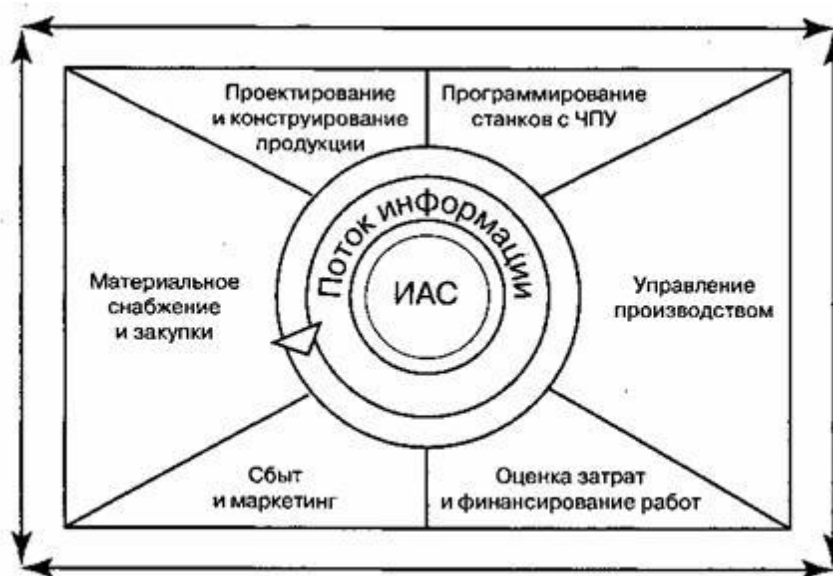


Рис. 12.1. Интегрированная автоматизированная система

У інтегрованої автоматизованої системі функції проектування продукції, закупівлі матеріалів, програмування роботи верстатів, управління виробництвом (Trace Mode – система диспетчерського контролю та управління за ТП), продажу продукції та оцінки витрат і результатів виконуються сумісними між собою процесорами, з'єднаними в єдину автоматизовану систему управління виробництвом і продажем продукції. Інтегровані системи дозволяють з'єднувати в єдиний потік різні види інформації і тим самим підвищувати ефективність

Комп'ютерні технології в діяльності санаторно-готельних підприємств

Можна виділити 5 головних сфер застосування сучасних інформаційних технологій у діяльності санаторно-готельних організацій (рис.1):



Рис. 1. Сфери застосування інформаційних технологій в санаторно-готельному бізнесі

Прибувши до готелю, клієнт потребує окремого номера. Якщо він був замовлений заздалегідь, *то в базі даних заброньованих номерів* йде пошук потрібного номера; у разі, якщо за клієнтом не заброньований номер, то в тій же базі даних йде пошук вільного номера.

Комп'ютерну техніку активно використовують у своїй роботі різні служби готелю. Наприклад, *служба безпеки, першим завдання якої є це спокій і правопорядок у готелі*, особливо в стратегічних місцях (енерговузли, місцеві АТС, водопровід тощо) і на прилеглих територіях. Технічною основою для цього є телекамери різних типів, детектори металу й інша допоміжна апаратура. *Координація роботи телекамер* спостереження може здійснюватися як зі своєрідного мікшерського пульта, так і комп'ютера.

- *ведуть також облік телефонних розмов (місцевих, міжміських і міжнародних),*
- *враховують час перегляду платних телевізійних каналів і т. ін.*
- *готель має на своїй території бізнес-центр, який допомагає діловим людям, . комп'ютерна техніка, інтегрована з місцевою локальною мережею та глобальною мережею Інтернет.*
- *практично здійснювати управління резервуванням у готелі,*
- *вести облік відвідувачів*
- *розподіл кімнат,*
- *вести облік інвентаря (**MS OFFICE**)*
- *Спеціальне програмне забезпечення дозволяє вести бухгалтерський облік готельного комплексу (**1 С підприємство**), включаючи необхідну підсумкову звітність для державних органів, табельний облік робочого часу, розрахунок податків і заробітної плати персоналу.*

Системи автоматизованого управління готельними комплексами розраховані на те, щоб полегшити роботу його структурних підрозділів, підвищити рівень сервісу, усунути зловживання персоналу тощо.

Впровадження комплексної системи автоматизації на підприємстві *харчування* при готельному комплексі також дозволяє вирішувати багато проблем.

- швидку передачу замовлення на виробництво та у бар,
- повідомлень офіціантам про готовність страв з виробничих цехів.
- Корекцію замовлень
- контролювати стан ресторанного залу.
- Щоб вирішити проблему швидкого розміщення клієнтів, можна використовувати безшумну *пейджингову систему*.

Комп'ютер у системі транспортних послуг

В Україні створена і досить успішно діє **комп'ютерна система замовлення квитків**, за допомогою якої у квитковій касі будь-якого міста України можна замовити квитки на потяг, яким, наприклад, людина скористається, доїхавши до точки відправлення іншими шляхами.

Комп'ютери Міністерства *транспорту об'єднані в мережу*, через яку, до речі, можна вийти в Інтернет. **Така ж система діє і на авіалініях**, де вона інтегрована зі світовою системою замовлення квитків. Замовити авіаквиток на будь-який рейс можна за допомогою Інтернету, не виходячи з квартири чи установи.

За допомогою спеціальної техніки, зв'язавшись із супутником на орбіті, **туристична група** (а також геологи, археологи) у будь-якому, навіть найглухішому куточку земної кулі може визначити своє місце знаходження і вибрати подальший маршрут з точністю до десяти метрів.

Значення інформаційних систем управління в туристичній галузі

Про зростаюче застосування інформаційних технологій свідчить той факт, що **туризм входить у п'ятірку галузей**, а з деякими даними - вже в трійку галузей з **найбільшою реалізацією товарів і послуг через Internet**. У перспективі ж, за оцінками провідних світових експертів, він стане першим. Переваги *використання даної мережі* для суб'єктів туристичного ринку України очевидні: вона дає необмежений доступ до інформації, дозволяє заощаджувати кошти при міжміських і міжнародних переговорах, надає інформацію про передові технології, дозволяє обмінюватися думками з колегами

Складовими системи інформаційних технологій у туристському секторі є

- Найбільш активно інформаційні технології використовуються турагентами і туроператорами. їхню діяльність неможливо уявити без використання **комп'ютерних систем резервування CSR**). На міжнародному ринку туризму нині діє чотири глобальних системи резервування. В Україні офіційно представлена тільки одна - AMADEUS, якою користуються 44 тисячі турагентств планети. На європейському ринку комп'ютерних резервувань вона є безумовним лідером. Через AMADEUS замовляються послуги 490 авіакомпаній, 51 тисяча готелів, 50 автопрокатних фірм та велика кількість організацій інших профілі
- інформаційні системи управління,
- електронні інформаційні системи авіаліній,
- електронне пересилання грошей,
- системи проведення телеконференцій і т. д.

1.2. Основні визначення та поняття.

Практично комп'ютерно-інтегровані системи управління (КІСУ) виникли в результаті розвитку інтегрованих автоматизованих систем керування (ІАСУ), які, в свою чергу, є одним з багатьох видів АСУ — автоматизованих систем керування.

Серед скорочених назв інтегрованих систем автоматизації найбільш поширені дві: ІАСУ — інтегрована автоматизована система керування і КІСУ — комп'ютерно-інтегрована система керування. Водночас ІАСУ — це один з багатьох видів АСУ, стандартизоване визначення якої формулюється так:

АСУ — це автоматична система, призначена для автоматизації процесів збирання та пересилання інформації про об'єкт керування, її перероблення та видачі керувальних дій на об'єкт керування.

До найпоширеніших видів АСУ належать :

АСУТП (АСУ технологічними процесами) — автоматизована система, призначена для вироблення та реалізації керувальних дій на технологічний об'єкт керування згідно з прийнятими критеріями керування. АСУТП виконує свої функції на рівні окремого апарата або технологічного комплексу (ТК), до якого належать установка, відділення, цех або виробництво.

АСУП (АСУ підприємством) — інтегрована АС, призначена для ефективного керування виробничо-господарською діяльністю підприємства.

ІАС (інтегрована АС) — сукупність двох і більше взаємопов'язаних АС, в якій функціонування однієї (кількох) з них залежить від функціонування іншої (інших) так, що цю сукупність можна розглядати як єдину АС.

Поняття «інтегрована» широко використовується в назві сучасних систем автоматизації, але дуже часто в нього вкладають різний зміст. Найчастіше під ним розуміють систему, що інтегрує функції АСУТП і АСУП, тобто функціонально

$$\text{ІАСУ} = \text{АСУТП} + \text{АСУП}.$$

Іноді ця формула стає ширшою:

$$\text{ІАСУ} = \text{АСУТП} + \text{АСУП} + \text{САПР} + \text{АСУЯ},$$

де САПР - система автоматизованого проектування

АСУЯ - автоматизована система керування якістю.

Але й саму АСУП, як видно із наведеного визначення, іноді також називають інтегрованою, маючи на увазі об'єднання кількох пакетів програмного забезпечення в один інтегрований.

КІСУ — ієрархічно-розподілена система, що інтегрує функції керування технологічними та організаційно-економічними процесами підприємства і складається з робочих станцій, об'єднаних у локально-обчислювальні мережі.

Основна мета Комп'ютерно-інтегрованих технологій - створення та експлуатація комп'ютерно-інтегрованих систем управління, які забезпечують розв'язання задач координації функціонування підсистем, використання інтелектуальних підсистем підтримки прийняття рішень на основі баз даних та знань і систем управління ними.

Такий характер діяльності вимагає оволодіння спеціальним програмним забезпеченням. В той же час, комп'ютерно-інтегровані технології тісно пов'язані з системами автоматичного керування та автоматизацією процесів у різних галузях промисловості та виробництва.

Переваги і недоліки КІТ

- 1. Основні переваги КІТ:
 - Неприв'язаність до дистанції керування (завдяки технології Ethernet).
 - Можливість тотального управління на всіх рівнях виробництва (підприємства)
 - Зменшення витрат на робочу силу, зниження вірогідності помилок людини (людського фактору)
- 2. Недоліки КІТ:
 - Висока вартість обладнання, встановлення
 - Необхідність висококваліфікованого персоналу
 - Не всі процеси виробництва можливо автоматизувати за допомогою КІТ

1.3. Історія розвитку АСУ

Автоматизація процесів праці закономірно проходить ряд етапів: часткову механізацію, комплексну механізацію, часткову автоматизацію і комплексну або повну автоматизацію

У розвитку АСУ технологічними та організаційно-економічними процесами підприємства можна виділити такі етапи:

1-й етап почався з середини 50-х років минулого століття, коли з'явилися перші АСУ. Їх елементною базою були електронні лампи, а потім — транзистори; основними технічними засобами — *ЕОМ 1-го і 2-го поколінь*. Ці системи були прообразом АСУП і використовувалися, в основному, для розв'язання задач бухгалтерського обліку. Практичного значення вони не набули, тому що мали низьку швидкість і невелику ємність оперативної пам'яті, великі габарити та низьку надійність.

У кінці 50-х та на початку 60-х років з'явилися перші АСУТП, які, незважаючи на використання ЕОМ 2-го покоління, *не могли повністю забезпечити необхідний при керуванні технологічними процесами режим реального часу через невелику швидкість та потрібну структурну надійність через централізовану структуру*. Програмоносій магнітна стрічка та восьмидоріжкова перфострічка.

І навіть впровадження *системного підходу* у 60-ті роки до АСУП дозволило лише розв'язувати окремі задачі без використання рішень з уніфікації АСУ, і які мало впливали на вдосконалення управління і охоплювали тільки вузьку смугу цих функцій.

Більш швидкими темпами впровадження АСУП проходило на початку 70-х років. В основному, це були системи з однашарними комплексами та відносно слабкорозвинutoю периферією. Якщо на одному підприємстві створювались і АСУП і АСУТП, то діяли вони, як правило, автономно. Неузгодженість функціональних, алгоритмічних та технічних рішень в цих системах ускладнювала організацію їх сумісного функціонування, знижуючи їх ефективність.

2-й етап почався в 70-х роках разом з *появою мікропроцесорної техніки*. Елементною базою стають інтегральна схема і мікропроцесор, а технічними засобами: міні- та мікро-ЕОМ. Уже через 5 років після появи мікропроцесорної техніки суттєво змінилися принципи побудови АСУТП: збільшилась автономність периферійних пристроїв, засоби обчислювальної техніки (**ЗОТ**) наблизилися до об'єкта автоматизації. При цьому поява мікро-ЕОМ зробила доцільним *використання обчислювальних мереж*, які отримали назву локальних, з'явилися розподілені АСУТП. Однак у ці роки головною сферою застосування локальних обчислювальних мереж (**ЛОМ**) були системи зв'язку. Із 80-х років почалося масове впровадження розподілених АСУ, але спочатку основним об'єктом таких систем були галузеві АСУ та АСУП.

3-й етап, початок якого умовно можна віднести до середини 80-х років, пов'язаний з масовим застосуванням мікропроцесорних контролерів (**МПК**). У подальшому впровадження розподілених АСУТП з МПК та мікро-ЕОМ зумовило створення *інтегрованих АСУ* з розподіленою архітектурою, що охоплювали всі основні функції підприємства.

З кінця 80-х років почалася поступова заміна міні- та мікро-ЕОМ персональними комп'ютерами (ПК) спочатку офісного (**ОПК**), а в 90-х роках і індустріального (**ІПК**) виконання.

Таким чином, зв'язка мікро-ЕОМ — МПК замінюється зв'язкою спочатку ОПК — МПК, а потім ОПК — ІПК — МПК та ІПК — МПК. З'являється новий термін: **комп'ютерно-інтегровані системи управління (КІСУ)**, як назва сучасних систем автоматизації. Існує також тенденція замінювання контролерів індустріальними комп'ютерами (ІПК), що пов'язано з різким здешевленням ІПК, появою недорогих інтелектуальних датчиків, розробкою універсальних SCADA-систем.

На кожному з етапів розвитку науки та виробництва застосовувався певний підхід, пропонувалися відповідні конструктивні рішення й елемент. З позицій користувача кожне удосконалення було спрямоване, передусім, на підвищення рівня механізації й автоматизації виконання технічних операцій, які часто повторюються; на створення нових засобів введення та виведення даних; на збільшення обсягу пам'яті; на розробку нових носіїв інформації тощо. Управління технологічними процесами на основі SCADA-систем почало впроваджуватись в провідних західних країнах у 80-х роках XX ст. У 90-х роках минулого століття стали з'являтися програмні комплекси, за допомогою яких будь-який співробітник може спостерігати за роботою будь-якої одиниці устаткування. До них відносяться комплекси Factory Suite (Промисловий набір) фірми "Wonderware" (США) і Genesis (Відродження) фірми "Iconics"(США). Так, набір Factory Suite об'єднує рівні MES, SCADA і Control.

1.4. Комп'ютер в системах автоматизації

Незважаючи на існуючі традиції застосування контролерів для вирішення проблем автоматизації, багато завдань набагато ефективніше вирішуються за допомогою персональних комп'ютерів. Комп'ютер може бути використаний також як пульт оператора (диспетчера) або виконувати одночасно функції контролера і пульта оператора. У завданнях автоматизації широко застосовують як офісні, так і промислові комп'ютери.

Комп'ютер в якості контролера

Комп'ютер може бути перетворений у повноцінний контроллер, якщо на нього встановити:

- систему програмування контролерів (наприклад, CoDeSys або ISaGRAF),
- електронний диск замість звичайного жорсткого диска;
- плати вводу-виводу або зовнішні модулі вводу-виводу;
- сторожовий таймер.

Електронний диск являє собою ПЗП (постійний запам'ятовуючий пристрій), що складається з мікросхем флеш-пам'яті і конструктивно виконане у вигляді корпусу звичайного жорсткого диска формату 2.5 ", 3.5" або 5.25 "зі стандартними інтерфейсами IDE і SCSI. Основною перевагою електронного диска є його висока стійкість до вібрацій, відсутність акустичного шуму, висока надійність, низьке енергоспоживання, мала вага.

Плати та зовнішні модулі вводу-виводу для комп'ютера випускаються багатьма незалежними виробниками, що стало можливим завдяки наявності стандартів на конструктивне виконання і шини як промислових, так і офісних комп'ютерів.

Сторожовий таймер служить для перезавантаження комп'ютера в разі його зависання. Зауважимо, що комп'ютер має набагато більший, ніж контролер, час перезавантаження при використанні офісної операційної системи Windows.

До достоїнств персональних комп'ютерів (ПК) при їх використанні як контролерів відносяться:

- на порядок більша ємність оперативної пам'яті;
- наявність жорсткого диска з практично необмеженою ємністю;
- на порядки більш високу швидкість;
- швидкий розвиток апаратного забезпечення (модернізація комп'ютерів відбувається кожні 4 .. 6 місяці, контролерів - через 3 ... 5 років);
- в кілька разів нижча ціна;
- наявність великої кількості фахівців, які добре володіють персональним комп'ютером;
- підтримка комп'ютером DVD і CD-ROM дисководів, принтера, звукових карт, систем розпізнавання і синтезу мови, систем розпізнавання образів і тексту, а також інших засобів, недоступних для контролера;
- легка заміна комп'ютера на більш потужний без зміни програмного забезпечення;
- підтримка клавіатури, миші і монітора;
- можливість комплектації комп'ютера з частин, вироблених великим числом незалежних виробників;
- можливість створення всієї системи автоматизації за допомогою SCADA пакетів, без залучення систем програмування контролерів і засобів зв'язку контролера з комп'ютером;
- наявність стандартів на шини, що забезпечує велике число незалежних постачальників стандартних комп'ютерних плат.

Хоча промислові комп'ютери, наближаючись за умовами експлуатації до контролерів, втрачають деякі з переваг ПК (такі, як швидкість, швидкість модернізації,

низька ціна), інші достоїнства ПК роблять їх широко поширеними і затребуваними в промисловості.

З розвитком промислових комп'ютерів і контролерів відбувається стирання відмінностей між ними. Тим не менше, залишається ряд відмінностей, які вже не можна назвати істотними, але які зустрічаються найбільш часто. Типовий комп'ютер, на відміну від типового контролера, має:

- мишу, клавіатуру і монітор;
- жорсткий диск;
- вузький температурний діапазон (від 0 до +50 ° C);
- операційну систему Windows (іноді використовують ОС реального часу Windows CE, QNX, RTOS);
- вентилятор для охолодження процесора і блоку живлення.

Комп'ютер для спілкування з оператором

Найбільш типовим застосуванням ПК в задачах автоматизації є організація робочого місця оператора (диспетчера). Комп'ютер тут виконує роль людино-машинного інтерфейсу (ЛМІ). Для поліпшення ергономічності і ефективності роботи оператора використовують SCADA-пакети з використанням звуку, анімації, високоякісної кольорової графіки і безліччю інтелектуальних функцій, що полегшують роботу оператора.

Для створення ЛМІ використовують монітори з сенсорним екраном, плазмові панелі, проектори екрану комп'ютера на стіну, трекбол, звукові колонки, сирени,

Трекбол аналогічний комп'ютерної миші, яка перевернута кулькою вгору, і має розмір кульки від 1 см до 4-6 см в діаметрі. Трекбол зручний тим, що при його використанні зап'ясті руки залишається нерухомим, він не вимагає багато місця і може бути використаний в умовах трясіння і вібрації.

Сенсорний екран являє собою скляну або пластикову пластину, прикріплену поверх екрана звичайного монітора. Для визначення координат торкання екрану пальцем оператора використовують в основному чотири фізичні принципи:

- поглинання пальцем енергії поверхневих акустичних хвиль,
- зміна ємнісного струму при торканні екрану,
- зміна опору між двома прозорими провідними поверхнями при натисканні пальцем
- і принцип затінення інфрачервоних променів, що виходять з випромінювачів по периметру екрану .

Найбільшого поширення набули резистивні і ємнісні сенсорні екрани.

У промисловій автоматизації використовуються також панелі оператора, які замість клавіатури мають декілька спеціалізованих кнопок, а замість монітора - мініатюрний дисплей, на якому вміщується всього кілька рядків тексту або графіки. Такі пристрої підключаються до СОМ-порту комп'ютера.

Для монтажу на панель (на дверцята шафи, на стіну) використовують панельні комп'ютери, які об'єднують в одному конструктиві процесорний блок, дисплей з сенсорним екраном і клавіатуру.

Промислові комп'ютери

Промислові комп'ютери істотно відрізняються від офісних по конструктивних ознаках, проте використовують ті ж мікропроцесори і архітектуру. Основними відмінностями є наступні:

- роз'єми для змінних плат встановлюються на пасивній об'єднуючій панелі, а не на материнській платі;
- для змінних плат використовуються надійні штирькові роз'єми;
- для зміни плат не потрібно розкривати корпус;
- використовуються спеціалізовані промислові комп'ютерні шини CompactPCI, AdvancedTCA, COMExpress, VME, VXI та ін;

- замість жорсткого диска може бути використана флеш-пам'ять;
- наявність сторожового таймера;
- відсутність вентиляторів;
- міцна несуча конструкція з надійним кріпленням плат пружними планками з гвинтовими затискачами;
- застосування блоків живлення підвищеної надійності, резервування блоків живлення;
- наявність енергонезалежній оперативної пам'яті (з акумуляторним живленням), яка зберігає дані при збоях або зникненні живлення;
- в одному конструктиві і на одній об'єднавчій шині може розташовуватися кілька комп'ютерних систем;
- наявність знімної флеш-пам'яті;
- застосування, крім Windows, операційних систем DOS, Linux і операційних систем реального часу.

Конструктивне виконання промислового комп'ютера забезпечує захист від пилу, вологи, вібрації, електромагнітних наведень і полегшує технічне обслуговування. Для роботи в діапазоні температур від -40 до $+70$ ° С використовується індустриальна елементна база з розширеним температурним діапазоном або, якщо це можливо, штучний підігрів і примусове охолодження.

По швидкодії і ємності пам'яті промислові комп'ютери завжди поступаються офісним, що пов'язано з великою тривалістю розробки нових модифікацій: за час розробки промислового комп'ютера встигає змінитися кілька поколінь офісних ПК. Це пояснюється незрівнянно меншою ємністю ринку промислових комп'ютерів в порівнянні з офісними, яка визначає розмір інвестицій в нові проекти.

1.5 Структурна схема КІСУ

Структурно інтегрована АСУ складається з двох основних частин: АСУТП і АСУП. У свою чергу, АСУТП також має дві основні частини: це локальна обчислювальна мережа (ЛОМ) і система керування технологічними процесами (СКТП). Що стосується АСУП (зараз більш поширеною є інша її назва — корпоративна система керування бізнес-процесами — КСКБП), то вона, в свою чергу, містить в своєму складі також дві частини: корпоративну обчислювальну мережу (КОМ), яка об'єднує, як правило, кілька локальних обчислювальних мереж (ЛОМ) та систему керування бізнес-процесами (СКБП).

Описана структура наведена на рис. 1.1,

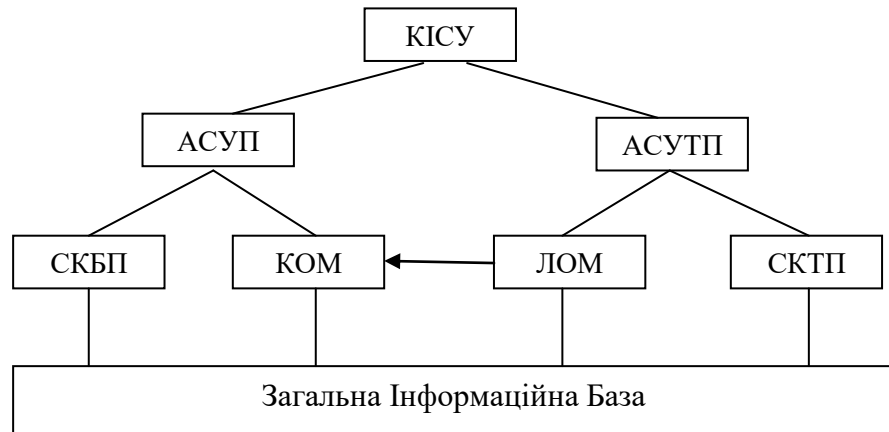
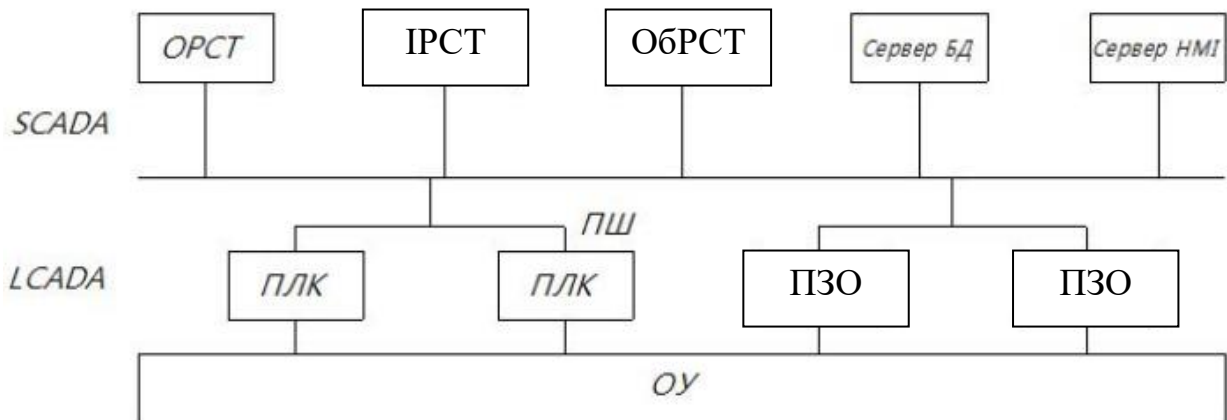


Рис. 1.1

Точна, своєчасна та достовірна інформація на виробництві все більшою мірою визначає продуктивність праці, рівень витрат, якість і конкурентну спроможність продукції. Тому обов'язковою є наявність загальної інформаційної бази.

1.6. Рівні організації комп'ютерно-інтегрованого виробництва

Структура системи АСУ ТП



Структура системи АСУ ТП в загальному вигляді не складна, проте складові частини структури АСУ ТП можуть мінятися.

Стандартна дворівнева АСУ ТП складається з:

1) ОпРСТ - операторська робоча станція, необхідна для відображення стану технологічного процесу у вигляді мнемосхем, відображення аварійних ситуацій за допомогою світлової та звукової сигналізацій і зміни завдання або установок роботи системи АСУ ТП.

2) IPCT - інженерна РСТ, необхідна для програмування контролерів і створення проекту SCADA системи для АСУ ТП.

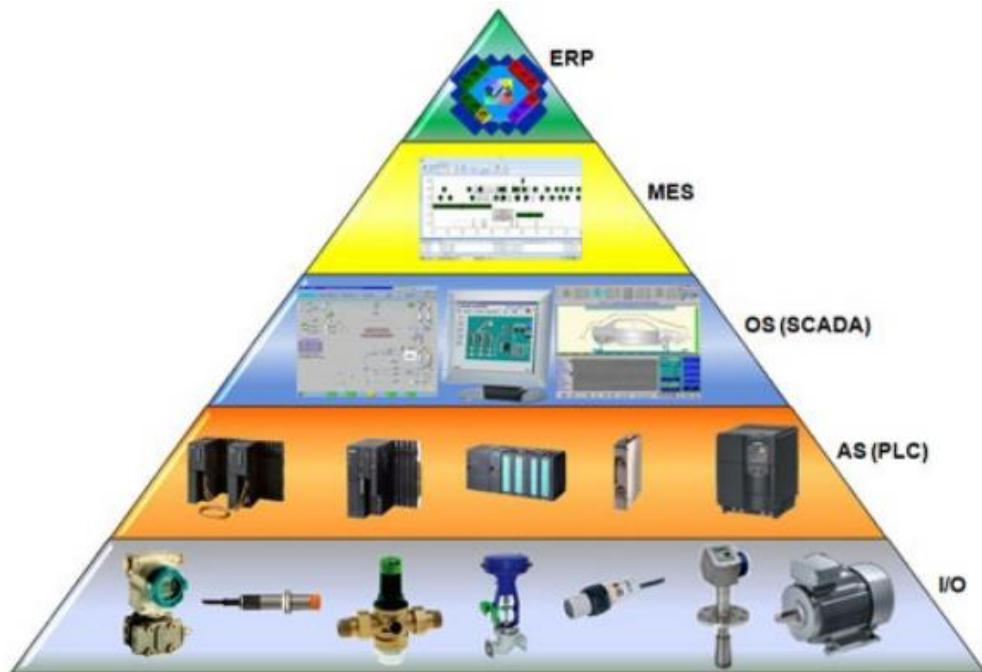
3) ОБРСТ - обчислювальна РСТ. необхідна для виконання складних математичних операцій (задачі оптимізації та адаптації, отримання спектрів, розкладання в ряд Фур'є).

4) Сервер БД - сервер баз даних, здійснює передачу даних про стан технологічного процесу на більш високі рівні автоматизації. Крім того, він необхідний для зберігання архівної інформації (протокол подій в системі), аварійних ситуацій, зміни режимних параметрів у часі.

5) Сервер НМІ - сервер людино-машинного інтерфейсу, необхідний у тому випадку, коли відображення однієї і тієї ж мнемосхеми необхідно здійснити на декількох робочих станціях. У такому випадку сервер НМІ формує відеокадри і передає їх на дисплеї робочих станцій. Таким чином, можна використовувати РС малої потужності. В більшості випадків функції всіх робочих станцій і серверів на рівні SCADA системи об'єднують на базі одного комп'ютера.

6) Рівень LCADA - ПЛК і ПЗО (пристрої зв'язку з об'єктом), які через власні польові шини (ПШ) підключені до сервера збору даних, який, як правило, знаходиться на операторській робочій станції. Сервер збору даних, у свою чергу, опитує ПЛК і УСО по спеціальному протоколу обміну даними.

Структура сучасної інтегрованої АСУ



Інформатизація підприємства починалась одночасно з двох боків: «зверху» та «знизу». «Зверху» — в офісах створювалися інформаційні структури, що відповідали за роботу підприємства у цілому. Спочатку це було планування матеріальних ресурсів. Потім цей стандарт був розширений до планування всіх матеріальних ресурсів разом з обладнанням, необхідних для виробництва. Зараз цей рівень **ERP** (Enterprise Resource Planning) об'єднує всі ресурси, необхідні для роботи підприємства, включаючи управління фінансами і матеріально-технічним постачанням, організацію документообігу і т.п.

«Знизу» на виробництві інформація від різних датчиків використовувалась, насамперед, для безпосереднього керування технологічним процесом за допомогою пристроїв зв'язку з об'єктом, МПК та ІПК. Це рівень локальних систем автоматизації (**CL** — Control Level), на якому замикаються найбільш короткі контури управління виробництвом. Потік Інформації від датчиків надходить далі на рівень візуалізації контролю і управління (**SCADA** — Supervisory Control and Data Acquisition). На цьому рівні здійснюється оперативне керування технологічним процесом, приймаються рішення, спрямовані, насамперед, на утримання стабільності процесу.

Якщо два нижні рівні належать до АСУ ТП, то верхній, безумовно, — до КСКБП. Для їх зв'язування — з метою використання цими системами загальної інформаційної бази — введено проміжний рівень управління виробництвом (**MES** — Manufacturing Execution System). Його основне призначення — впорядкування та обробка первинної інформації про хід виробничого процесу таким чином, щоб ця інформація могла бути використаною в КСКБП у реальному часі та звичайній для цих систем формі.

Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що ІАСУ повинна мати, як мінімум, чотири функціональні рівні, розташовані в такому порядку згори донизу: ERP — MES — SCADA — CL). Кожний із цих рівнів реалізується, як зазначалося вище, з допомогою робочих станцій та обчислювальних мереж.



На відміну від звичної дворівневої АСУ ТП, структура сучасної інтегрованої АСУ умовно складається з 4 рівнів, серед яких: ERP, MES, SCADA і LCADA.

Сучасна інтегрована АСУ здатна вирішувати завдання не тільки стабілізації параметрів, захисту і блокувань, та створення безвідмовності роботи (Завдання системи АСУ ТП) а й організовувати роботу підприємства, вирішувати завдання максимізації прибутку і т.д.

1) Найвищий рівень - Enterprise Resource Planning (ERP). На ньому вирішуються завдання, пов'язані з організацією роботи підпорядкованих структур підприємства. Основна мета на даному рівні - максимізація прибутку за окремий період. Особа, яка приймає рішення на цьому рівні АСУ ТП - керівник підприємства. Об'єкт автоматизації - грошовий потік.

Додатковий рівень виконання завдань, що зв'язує менеджерів верхнього рівня з поточним виробництвом. Тут інформація від SCADA перетворюється в інформацію для MRP, ведеться оновлення бази даних, контролюється послідовність операцій, формується розклад перевірки і ремонту устаткування залежно від тривалості фактичної експлуатації. Після аналізу цієї інформації з позиції виробничої і кон'юнктурної політики підприємства стратегічні рішення менеджера виконуються на нижчих рівнях.

2) Manufacture Execution System - суб'єктом або особою, яка приймає рішення тут, є керівник цеху або відділення АСУ ТП. Завдання цього рівня - керування підлеглими АСУ ТП, логістика та контроль над персоналом. Крім того одним з основних завдань цього рівня є оптимізація роботи підлеглих АСУ ТП (зменшення собівартості продукції, а також оптимізації роботи системи в цілому).

- Рівень планування ресурсів. Це відомий варіант автоматизації офісної діяльності з метою ведення бухгалтерського обліку, управління фінансами і матеріально-технічним постачанням, організації документообігу. На цьому рівні керівники виробництва

аналізують кон'юнктурну стратегію: динаміку ринкових цін на продукцію, що випускається, рівень прибутку по різних видах продукції, прогнозований попит.

3) SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - *диспетчерское управление и сбор данных*) - суб'єктом є оператор-технолог. Його завдання - створення умов безвідмовної роботи системи АСУ ТП, адаптація і оптимізація роботи обладнання. Крім того оператор по черзі стежить за аварійними ситуаціями і передає інформацію про стан устаткування на більш високі щаблі АСУ ТП.

На рівні SCADA ведуть сортування, перетворення і зберігання поточних даних, а також їх відображення на мнемосхемі (**Мнемосхема** — сукупність сигнальних обладнань і сигнальних зображень устаткування й внутрішніх зв'язків контрольованого об'єкта, розташовуваних на диспетчерських пультах, операторських панелях або виконаних на персональному комп'ютері.) процесу. Для диспетчера відображується поведінка усіх одиниць устаткування: поточний стан і показники роботи машин, рух матеріальних потоків, узагальнена інформація. Системи SCADA дозволяють спостерігати процес в цілому, відстежувати аварійну інформацію, часові тенденції і статистичні характеристики процесу.

4) LCADA (Local Control And Data Acquisition) - виконує стабілізацію режимних параметрів, відпрацювання захисту і блокувань та програмно-логічне управління окремими установками. Об'єкт автоматизації на цьому рівні - окрема установка або технологічний процес. Суб'єктів – немає.

- *I/O (Input/Output - Вхід/Вихід)* - Рівень зв'язку з устаткуванням. Тут забезпечується узгодження зовнішніх елементів з пристроєм управління.

- *Control (Управління)* - На рівні управління Control вбудовані в устаткування пристрої управління по сигналах датчиків стану механізмів виробляють команди управління виконавчими пристроями - приводами, клапанами, світловими і звуковими сигналами.

Одночасно з управлінням інформація про роботу устаткування в реальному часі передається на рівень узагальненого контролю і збору даних SCADA.

У більшості випадків рівень ERP і MES об'єднують в один рівень структури АСУ ТП. Елементною базою є потужні сервери баз даних, термінальні сервери і робочі станції, на яких встановлено програмне забезпечення для вирішення відповідних завдань. Програмне забезпечення MES / ERP коштує десятки / сотні тисяч доларів.

В 1990-х роках стали з'являтися програмні комплекси, які дозволяють отримувати інформацію з будь-якого із п'яти рівнів комп'ютерно-інтегрованого виробництва. Так, менеджер верхнього рівня MRP може спуститись на нижчий рівень автоматизації для аналізу роботи будь-якої одиниці обладнання. З іншої сторони, налагоджувальник обладнання на нижчому рівні може, виходячи в Інтернет через верхній рівень, отримати у виробника з будь-якої точки планети інструкцію налагодження несправностей обладнання.

Питання

1. Чи може бути технологічне виробництво об'єктом керування АСУТП?
2. Чи може бути технологічна установка об'єктом керування АСУП?
3. Чи можуть дві невзаємопов'язані автоматизовані системи одного підприємства утворити ІАСУ?
4. Чи може входити САПР до складу ІАСУ?
5. Чи є характерною для другого етапу розвитку АСУТП і АСУП поява обчислювальних мереж?
6. Чи використовувалися на другому етапі розвитку АСУТП і АСУП мікропроцесорні контролери?
7. За наявності на одному підприємстві КОМ та ЛОМ чи може входити остання до складу першої?
8. Чи відрізняється КСКБП від АСУП тільки наявністю КОМ?
9. Чи належить функціональний рівень SCADA до АСУТП?
10. Чи належить функціональний рівень MES до АСУП?

Розподілені системи

Практично всі комп'ютерно -інтегровані системи є розподіленими

Із зростанням кількості датчиків , збільшенням площі території , на якій розташована автоматизована система і ускладненням алгоритмів управління стає більш ефективним застосування розподілених систем

Розподілені системи складаються з безлічі територіально рознесених контролерів (комп'ютерів) і модулів вводу- виводу. Функції збору , обробки даних , управління та обчислення виявляються розподіленими серед безлічі контролерів. Кожен контролер працює зі своєю групою пристроїв введення -виведення і обслуговує певну частину об'єкта управління .

Зокрема , технологічне обладнання , як правило , випускається з вже вбудованими ПЛК. Тенденція децентралізації управління та наближення контролерів до об'єктів управління є загальною для всіх систем автоматизації і крім того , зосереджена система є частиною або окремим випадком розподіленої , тому поява розподілених систем є наслідком природного розвитку від приватного до загального.

Історична довідка

З 1945 року , коли почалася епоха сучасних комп'ютерів , до приблизно 1985 комп'ютери були великими і дорогими. Навіть міні - комп'ютери коштували сотні тисяч доларів. У результаті більшість організацій мали в кращому разі лише кілька комп'ютерів , і , оскільки методи їх з'єднання були відсутні , ці комп'ютери працювали незалежно один від одного.

Однак у середині вісімдесятих під впливом двох технологічних новинок ситуація почала змінюватися.

Передумови розвитку розподілених систем

1) Першою з цих новинок була розробка потужних мікропроцесорів.

мікропроцесор – багатофункціональний цифровий мікроелектронний модуль із програмованою логікою, що зробив революцію в електроніці й техніці обробки інформації.

Це функціональний блок, що на ранніх стадіях розвитку обчислювальної техніки займав цілу плату чи навіть шафу, тепер вміщається в одну невеличку інтегральну схему із сотнями мільйонів транзисторів всередині.

2) Другий з новинок був винахід високошвидкісних комп'ютерних мереж .

Комп'ютерна мережа — це сукупність комп'ютерів, що з'єднані лініями зв'язку і оснащені комунікаційним обладнанням і ПЗ.

Локальна мережа об'єднує комп'ютери, що розташовані на невеликій відстані один від одного і є замкненою системою.

Глобальна мережа — це з'єднання локальних мереж і окремих комп'ютерів, розташованих на далекій відстані один від одного.

У результаті розвитку цих технологій сьогодні не просто можливо, але і досить легко можна зібрати комп'ютерну систему, що складається з безлічі комп'ютерів, з'єднаних високошвидкісною мережею.

Концептуальною перевагою розподілених систем (а значить, і мереж) перед централізованими системами є їх здатність виконувати паралельні обчислення.

За рахунок цього в системі з декількома оброблювальними вузлами в принципі може бути досягнута продуктивність, що перевищує максимально можливу на даний момент продуктивність будь-якого окремого, скільки завгодно могутнього процесора. Розподілені системи потенційно мають краще співвідношення продуктивність-вартість, чим централізовані системи.

Визначення

Розподілена система (PC, DS - Distributed System) - система, що складається з множини пристроїв, рознесених у просторі, кожний з яких не залежить від інших, але взаємодіє з ними для виконання загального завдання.

Розподілена система є системою із просторово розподіленими компонентами, які не використовують ніякої спільної пам'яті й не підлягають децентралізованій адміністрації. Для реалізації спільних цілей можлива кооперація компонентів.

Розподілена система — це набір незалежних комп'ютерів, що уявляється користувачами єдиною об'єднаною системою.

У граничному випадку елементи системи можуть перебувати на різних континентах земної кулі, а зв'язок між ними може виконуватися через інтернет. У якості "множини пристроїв" можуть виступати будь мікропроцесорні пристрої, наприклад, ПЛК або рознесені в просторі модулі введення-виведення одного контролера. Однак в останньому випадку тільки збір даних можна розглядати як розподілений, в той час як функція управління є зосередженою в одному контролері.

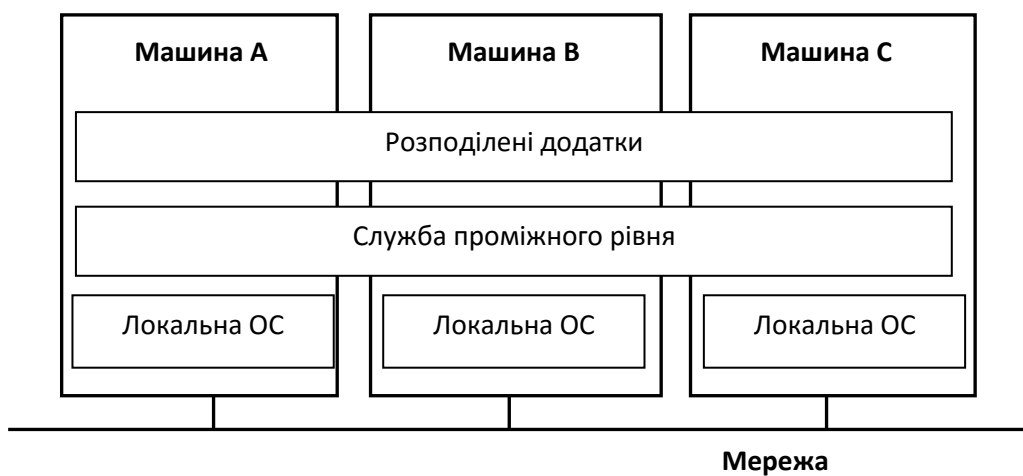
Характеристики розподілених систем .

1) Перша з таких характеристик полягає в тому, що від користувачів приховані відмінності між комп'ютерами і способи зв'язку між ними. Те ж саме відноситься і до зовнішньої організації розподілених систем.

2) Іншою важливою характеристикою розподілених систем є спосіб, за допомогою якого користувачі і додатки одноманітно працюють в розподілених системах, незалежно від того, де і коли відбувається їх взаємодія.

3) Розподілені системи повинні також відносно легко піддаватися розширенню , або масштабуванню . Ця характеристика є прямим наслідком наявності незалежних комп'ютерів , але в той же час не вказує , яким чином ці комп'ютери насправді об'єднуються в єдину систему. Розподілені системи зазвичай існують постійно , проте деякі їх частини можуть тимчасово виходити з ладу. Користувачі і додатки не повинні повідомлятися про те , що ці частини замінені або пошкоджені або що додані нові частини для підтримки додаткових користувачів або додатків.

4) Для того щоб підтримати подання різних комп'ютерів і мереж у вигляді єдиної системи , організація розподілених систем часто включає в себе додатковий рівень програмного забезпечення, що знаходиться між верхнім рівнем , на якому знаходяться користувачі і додатки , і нижнім рівнем , що складається з операційних систем , як показано на рис. 1.1 . Відповідно, така розподілена система зазвичай називається системою проміжного рівня (middleware) .



Приклади розподілених систем

1 . Мережа газопроводів.

Мережа газопроводів складається з газоперекачувальних станцій , газорозподільних вузлів , трубопроводів. Трубопроводи з'єднують між собою станції та вузли. Трубопроводи прокладені також до джерел (родовищ) газу і до споживачів газу.

Важливими параметрами елементів є їх місця розташування (в географічному сенсі). Для трубопроводу місце розташування задається більш складним чином , ніж для станцій і вузлів : як мінімум , це дві точки - початок і кінець трубопроводу , у загальному випадку - це крива у тривимірному просторі (різниця висот повинна прийматися до уваги при перекачуванні газу).

Для експлуатації мережі газопроводів повинні постійно вирішуватися завдання вимірювання тиску в різних точках мережі , визначення обсягів пропущеного газу , регулювання потоків газу. Характерно , що ці завдання , з одного боку , розподілені в мережі (тобто ставляться і вирішуються в різних точках системи) , з іншого боку , є частинами загальної задачі управління мережею , що зв'язує джерела газу із споживачами .

2. Електромережі .

Електромережа включає лінії електропередач різної напруги і трансформаторні підстанції. Електромережа з'єднана з "генеруючими об'єктами" - ГЕС , теплоелектростанціями , АЕС , і з споживачами . Трансформаторні підстанції , генеруючі об'єкти , споживачі мають географічні координати . Лінії електропередач характеризуються плоскими кривими (різниця висот не має значення для електричного струму).

Для управління мережею необхідно знати значення електричної напруги в різних точках мережі , падіння напруги, значення споживаного струму. Вся ця інформація розподілена по мережі. По мережі розподілені також пристрої управління ділянками мережі - різні комутатори , перемикачі , вимикачі . Завдання управління мережею з точки зору оптимізації потоків електроенергії вирішується централізовано, але іноді вона розбивається на підзадачі , які вирішуються в певних секторах мережі . Наприклад, відключення при перевантаженні мережі, перенаправлення потоків з одних регіонів в інші відповідно з часом доби і т.д.

Крім цього вирішуються завдання для спільної роботи мереж різних країн. У цьому випадку орган, що приймає централізовані рішення, відсутній, і завдання вирішується як розподілене.

3 . Мережі зв'язку.

Це один з яскравих прикладів розподілених систем , особливо в тих випадках , коли мережі зв'язку використовуються для передачі комп'ютерної інформації , тобто в якості комп'ютерних мереж .

Кожен вузол мережі характеризується швидкістю обробки інформації. У мережах зв'язку - це швидкість комутації (перемикання) каналів зв'язку. У комп'ютерних мережах у вузлі мережі може знаходитися сервер , який виконує певний обслуговування по запитам. Час цього обслуговування - додаткова характеристика вузла мережі .

Канали зв'язку , що з'єднують вузли , розрізняються своєю пропускнуою здатністю - швидкістю передачі інформації та іншими технічними характеристиками (оптоволоконні , кабельні , супутникові канали , радіоканали та ін.) Залежно від цього вони можуть вимагати різних процедур обслуговування .

Загалом мережа зв'язку повинна забезпечити передачу повідомлення від одного вузла до іншого. Причому ці вузли можуть бути не пов'язані безпосередньо один з одним каналом зв'язку . Тоді потрібно прокласти маршрут від одного вузла до іншого , що проходить через проміжні вузли.

Завдання маршрутизації - типова розподілена задача оптимізаційного характеру . Вона має різноманітні постановки.

Найпростіший варіант - статичне рішення . За заданою топології мережі , відомим пропускним здібностям каналів і середнім затримок у вузлах можна для кожної пари вузлів v_i і v_j знайти оптимальний маршрут і завжди ним користуватися.

Але інтенсивність запитів до різних вузлів різна і може змінюватися протягом доби або ще швидше. У результаті перед деякими вузлами утворюються великі черги запитів , що збільшують час проходження повідомлення по маршруту. Або , при заповненні буфера черг повідомлення можуть отримувати відмову в обслуговуванні. У цьому випадку оптимальним може виявитися інший маршрут .

Такі ситуації призводять до необхідності динамічної маршрутизації , тобто визначенні маршруту повідомлення вже під час його переміщення по мережі.

Завдання маршрутизації входить як складова частина у більш загальну задачу управління мережею зв'язку .

4 . Логістичні системи .

Система перевезення вантажів включає транспортні засоби (вантажівки , потяги , літаки , кораблі) , транспортні шляхи (автомобільні , залізничні , морські і річкові шляхи і ін) , склади , порти , станції , вантажно -розвантажувальні механізми та інш.

При транспортуванні конкретного вантажу від постачальника до одержувача логістичний ланцюжок може включати досить велика кількість елементів системи, у тому числі численні перевантаження з одного виду транспорту на інший . При цьому транспортний засіб найчастіше везе одним рейсом вантажі від різних постачальників різним одержувачам . Кожен елемент логістичної системи характеризується певним набором параметрів - вантажопідйомністю , швидкістю , розміром вантажів , обсягом складських приміщень , кількістю причалів у порту і т.д.

Якщо до цього додати те , що мало не кожен елемент має свого власника , то стане зрозуміло , що централізовано вирішувати задачу оптимізації доставки вантажів (мінімальний час при обмеженні на вартість або мінімальна вартість при обмеженні на час) неможливо.

Це типова розподілена задача, яке вирішується в окремих елементах системи . І як результат " об'єднання рішень" виходить загальне рішення задачі управління всією логістичною системою

5 . Банківська система .

Майже кожен банк самостійний. Банківська система розподілена по всій Земній кулі . Але у всіх банків є спільне завдання - обслужити клієнта , де б він не був. Клієнт повинен мати можливість отримати свої гроші навіть там , де про його банку ніколи не чули. Або зробити банківський переказ в далеку країну . Для здійснення цих операцій банки пов'язані між собою системою договорів і підтримують цю систему технічними засобами.

Клієнт , що знаходиться в пункті А , ставить завдання проводки платежу зі свого банку , що знаходиться в пункті В , в банк одержувача , що знаходиться в пункті С. При цьому одержувач , що знаходиться в пункті D , повинен отримати повідомлення . Це спільне завдання , яка поділяється банками на частини , які вирішуються в різних місцях , тобто перетворюється на розподілену задачу.

6 . Корпорації .

Великі фірми (і навіть не дуже великі) мають офіси та виробництва , розосереджені в межах міста , країни і навіть всієї планети.

Але є і абсолютно об'єктивні причини створення віддалених підрозділів (відділень) корпорацій . Перш за все, це *наближення до ринку збуту продукції* . Ринок , за визначенням, є розосередженої системою по великих територіях . Для того щоб ефективно працювати на ринку , корпорація створює регіональні відділення . Наприклад , транснаціональні корпорації зазвичай відкривають відділення по Західній Європі , Східній

Європі , Африці та Близькому Сходу , Азії , Америці. При великому ринку відбувається ще більше географічне дроблення .

Друга причина створення віддалених підрозділів - *винесення виробництв в інші країни*. Штаб -квартира корпорації , як правило , знаходиться у високорозвиненій країні , в якій законодавчо закріплена досить висока заробітна плата найманих працівників . Виробництва ж виносяться в ті країни , де працівники задовольняються досить скромною оплатою. Відповідно, прибутку корпорації зростають. Це стосується і високотехнологічних областей.

Наприклад , в деяких американських дослідженнях стверджується , що в США професія програміста в найближчі десятиліття буде неперспективною : зростання потреби в праці програмістів буде відставати від зростання потреби в праці багатьох інших фахівців . Він буде відставати навіть від середнього (за всіма спеціальностями) зростання потреби у фахівцях . Причина проста - робота з програмування буде замовлятися працівникам в інших країнах. В даний час Індія стала однією з таких країн . Програмний продукт при цьому випускається не з маркою " made in India " , а під маркою корпорації - замовника.

Наявність відділень у корпорації призводить до необхідності створення розподілених інформаційних систем .

7 . Державне та муніципальне управління .

Системи державного та муніципального управління , що називається , "за визначенням " є розподіленими системами . Або можна сказати "природними розподіленими системами " . Такими ж природними , як і газові та електромережі . Управління , вироблене в столиці , може досягати своїх цілей тільки за допомогою своїх уповноважених на місцях. Рівно, як і збір інформації , необхідної для вироблення управління , також проводиться на місцях.

8. Погляньмо тепер на деякі приклади розподілених комп'ютерно - інтегрованих систем .

1 . В якості першого прикладу розглянемо **мережу робочих станцій в університеті або відділі компанії**. Додатково до персональної робочої станції кожного з користувачів є ряд процесорів машинного залу , непризначених заздалегідь жодному з користувачів, але динамічно виділяються їм при необхідності. Ця розподілена система може володіти єдиною файловою системою , в якій всі файли однаково доступні зі всіх машин з використанням постійного шляху доступу. Крім того , коли користувач набирає команду , система може знайти найкраще місце для виконання запитуваної дії , можливо , на власній робочій станції користувача , можливо , на простояє робочої станції , що належить комусь іншому , а може бути, і на одному з вільних процесорів машинного залу.

9 . В якості другого прикладу розглянемо роботу інформаційної системи , яка підтримує автоматичну **обробку замовлень на підприємстві**. Зазвичай подібні системи використовуються співробітниками декількох відділів , можливо в різних місцях. Так , співробітники відділу продажів можуть бути розкидані по регіону або навіть по всій країні. Замовлення передаються з переносних комп'ютерів , що з'єднуються з системою за допомогою телефонної мережі. Ці замовлення автоматично передаються до відділу планування , перетворюючись там у внутрішні замовлення на поставку , які надходять у

відділ доставки , і в заявки на оплату , надходять до бухгалтерії . Система автоматично пересилає ці документи наявними на місці співробітникам , відповідальним за їх обробку . Користувачі залишаються в повному невіданні про те , як замовлення насправді курсує усередині системи , для них все це представляється так , ніби вся робота відбувається в централізованій базі даних.

Завдання розподілених систем

Можливість побудови розподілених систем ще не означає корисність цього. Сучасна технологія дозволяє підключити до персонального комп'ютера чотири дисководи. Це можливо, але безглуздо.

У цьому розділі ми обговоримо чотири важливих завдання, вирішення яких робить побудову розподілених систем осмисленим. Розподілені системи можуть легко з'єднувати користувачів з обчислювальними ресурсами і успішно приховувати той факт, що ресурси розкидані по мережі і можуть бути відкритими і масштабованими.

Завдання розподілених систем :

1. З'єднання користувачів з ресурсами
2. Прозорість
3. Відкритість
4. Масштабованість

1. З'єднання користувачів з ресурсами

Основне завдання розподілених систем - *полегшити користувачам доступ до віддалених ресурсів і забезпечити їх спільне використання*. Ресурси можуть бути віртуальними, проте традиційно вони включають в себе принтери, комп'ютери, пристрої зберігання даних, файли і дані. Web-сторінки і мережі також входять до цього списку.

Причини для спільного використання ресурсів:

1) Одна з очевидних - це економічність. Наприклад, набагато дешевше дозволити спільну роботу з принтером декількох користувачів, ніж купувати і обслуговувати окремий принтер для кожного користувача. Точно так само має сенс спільно використовувати дорогі ресурси, такі як високопродуктивні сховища даних.

2) З'єднання користувачів і ресурсів також полегшує кооперацію і обмін інформацією, що найкраще ілюструється успіхом Інтернету з його простими протоколами для обміну файлами, поштою, документами, аудіо -та відео -інформацією. Зв'язок через Інтернет в даний час призвів до появи численних віртуальних організацій, в яких географічно віддалені один від одного групи співробітників працюють разом за допомогою *систем групової роботи* (groupware) - програм для спільного редагування документів, проведення телеконференцій і т. п. Подібним же чином підключення до Інтернету дозволило *розвинути електронну комерцію*, що дозволяє нам купувати і продавати будь-які види товарів, обходячись без реального відвідування магазину.

3) Однак у міру зростання числа підключень і ступеня спільного використання ресурсів все більш важливими стають питання безпеки. У сучасній практиці системи мають слабкий захист від підслуховування або вторгнення по лініях зв'язку. Паролі та інша особливо важлива інформація часто пересилаються по мережах відкритим текстом (тобто незашифрованими) або зберігаються на серверах, надійність яких не підтверджена нічим. Тут мається ще дуже багато можливостей для поліпшення. Так, наприклад, в даний час для замовлення товарів необхідно просто повідомити номер своєї кредитної картки і підтвердити, що покупець дійсно володіє цією картою (наприклад, за допомогою коду, що надійшов на ваш мобільний або за допомогою зчитувача картки).

Інша проблема безпеки полягає в тому, що простежування комунікацій дозволяє побудувати профіль переваг конкретного користувача. Пов'язана з цим проблема полягає в тому, що зростання підключень веде до зростання небажаного спілкування, такого як одержувані по електронній пошті спаму. Єдине, що ми можемо зробити в цьому випадку, це захистити себе, використовуючи спеціальні інформаційні фільтри, які сортують вхідні повідомлення на підставі їх вмісту.

2. Прозорість

Важливе завдання розподілених систем полягає в тому, щоб приховати той факт, що процеси і ресурси фізично розподілені по множині комп'ютерів. Розподілені системи, які представляються користувачам і додаткам у вигляді єдиної комп'ютерної системи, називаються **прозорими**.

Розглянемо, як прозорість реалізується в розподілених системах.

Прозорість в розподілених системах

Таблиця 1.1. Різні форми прозорості в розподілених системах

Прозорість	Опис
Доступ	Приховується різниця в поданні даних та доступ до ресурсів
Розташування	Приховується місце розташування ресурсу
Перенесення	Приховується факт переміщення ресурсу в інше місце
Зміна місця розташування	Приховується факт переміщення ресурсу в процесі обробки в інше місце
Реплікація	Приховується факт реплікації ресурсу
Паралельний доступ	Приховується факт можливого спільного використання ресурсу кількома конкуруючими користувачами
Відмова	Приховується відмова і відновлення ресурсу
Збереження	Приховується, де зберігається ресурс (програмний): на диску або знаходиться в оперативній пам'яті

Прозорість доступу покликана приховати різницю у поданні даних і в способах доступу користувача до ресурсів. Так, при пересиланні цілого числа з робочої станції на базі процесора Intel на Sun SPARC необхідно взяти до уваги, що у процесорах Intel першим передається старший байт, а процесор SPARC першим передає молодший байт. Також в даних можуть бути присутні й інші невідповідності. Наприклад, розподілена система може містити комп'ютери з різними операційними системами, кожна з яких має власні обмеження на спосіб представлення імен файлів. Різниця в обмеженнях на спосіб представлення імен файлів, так само як і власне робота з ними, повинні бути приховані від користувачів і додатків.

Прозорість місця розташування покликана приховати від користувача, де саме фізично розташований в системі потрібний йому ресурс. Важливу роль у реалізації прозорості місця розташування відіграє іменування. Так, прозорість розташування може бути досягнута шляхом присвоєння ресурсам тільки логічних імен, тобто таких імен, в яких не міститься закодованих відомостей про місцезнаходження ресурсу. Прикладом такого імені може бути URL: <http://~wiv.prenhall.com/index.html>, в якому не міститься

жодної інформації про реальне місцезнаходження головного web-сервера видавництва Prentice Hall. URL також не дає ніякої інформації про те, чи перебував файл index.html у вказаному місці постійно або опинився там недавно.

Про розподілені системи, в яких зміна місця розташування ресурсів не впливає на доступ до них, говорять, що вони забезпечують прозорість перенесення. Більш серйозна ситуація, коли місце розташування ресурсів може змінитися в процесі їх використання, причому користувач або додаток нічого не помітять. У цьому випадку говорять, що система підтримує прозорість зміни місця розташування. Прикладом можуть служити мобільні користувачі, що працюють з бездротовим переносним комп'ютером і не викидаються (навіть тимчасово) від мережі при переміщенні з місця на місце.

Як ми побачимо, реплікація має важливе значення в розподілених системах .

Реплікація - механізм синхронізації вмісту декількох копій об'єкта (наприклад, вмісту бази даних). Реплікація - це процес, під яким розуміється копіювання даних з одного джерела на інший (або на множину інших) і навпаки. При реплікації зміни, зроблені в одній копії об'єкта, можуть бути поширені в інші копії.

Так , ресурси можуть бути репліковані для їх кращої доступності або підвищення їх продуктивності шляхом переміщення копії неподалік від того місця, з якого до неї здійснюється доступ. Прозорість реплікації дозволяє приховати той факт, що існує кілька копій ресурсу. Щоб приховати факту реплікації від користувачів необхідно, щоб всі репліки мали одне і те ж ім'я .

Ми часто згадуємо, що головна мета розподілених систем - забезпечити спільне використання ресурсів. Наприклад, два незалежних користувача можуть зберігати свої файли на одному файловому сервері або працювати з однією і тією ж таблицею в спільно використовуваній базі даних. Слід зазначити, що в таких випадках жоден з користувачів не має ніякого поняття про те , що той же ресурс задіяний іншим користувачем. Це явище називається прозорістю паралельного доступу.

Прозорість відмов означає, що користувача ніколи не повідомляють про те, що ресурс (про який він міг ніколи і не чути) не в змозі правильно працювати і що система далі відновилася після цього пошкодження. Маскування збоїв - це одна з найскладніших проблем в розподілених системах і настільки ж необхідна їх частина. Основна складність полягає в маскуванні проблем, що виникають у зв'язку з неможливістю відрізнити непрацездатні ресурси від ресурсів з дуже повільним доступом. Так, контактуючи з перевантаженим web-сервером, браузер вичікує належний час, а потім повідомляє про недоступність сторінки. При цьому користувач не повинен думати, що сервер і правда не працює.

Прозорість збереження маскує реальну (диск) або віртуальну (оперативна пам'ять) схоронність ресурсів . Користувач залишається в невіданні про те, що сервер може переміщує дані між оперативною пам'яттю і диском. Збереження грає важливу роль в розподілених системах , проте не менш важлива вона і для звичайних (нерозподілених) систем.

3 . Відкритість

Відкрита розподілена система - це система, що пропонує служби, виклик яких вимагає стандартні синтаксис і семантику. Наприклад, в комп'ютерних мережах формат,

вміст і сенс відправлених і прийнятих повідомлень підпорядковуються типовим правилам. Ці правила формалізовані у протоколах. У розподілених системах служби зазвичай визначаються через інтерфейси, які часто описуються за допомогою мови визначення інтерфейсів (Interface Definition Language , IDL) .

4 . Масштабованість

Масштабованість - це одна з найбільш важливих завдань при проектуванні розподілених систем.

Масштабованість системи може вимірюватися за трьома різними показниками.

1. По-перше, система може бути масштабованою стосовно її розміру, що означає легкість підключення до неї додаткових користувачів і ресурсів.
2. По-друге, система може масштабуватися географічно, тобто користувачі та ресурси можуть бути рознесені в просторі.
3. По-третє, система може бути масштабованою в адміністративному сенсі, тобто бути проста в управлінні при роботі в множині адміністративно незалежних організацій.

На жаль, система, що володіє масштабованістю по одному або декільком з цих параметрів, при масштабуванні часто дає втрату продуктивності, через певні проблеми масштабованості.

ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТЕГРОВАНОЇ АСК

Призначення, функції та створення системи

Підвищення ефективності і конкурентоспроможності промислових підприємств можливе тільки на основі створення єдиної інформаційної системи, яка інтегрує технологічні і бізнес-процеси в одне ціле, тому слово «інтегровані» широко використовується в назві сучасних систем автоматизації. Інтегровані АСК забезпечують узгоджене та скоординоване розв'язання задач за рахунок поділу загальної задачі керування на компоненти планування, регулювання, обліку, аналізу. При цьому інтегрована система забезпечує координацію виробничих процесів, оперативного і перспективного планування, адаптації системи за рахунок зміни складу та взаємозв'язків між задачами, а також характеру взаємодії між її компонентами.

Можна виділити кілька часткових концепцій інтегрованих АСК залежно від того, яка інтеграція є першорядною:

- технічна,
- інформаційна,
- програмна
- чи організаційна.

Як зазначалось у темі 1, термін «інтегровані АСК» найчастіше визначає системи, що інтегрують функції АСКТП і АСКП, або модифікації останніх у вигляді корпоративної системи керування бізнес-процесами (КСКБП). Можлива також інтеграція АСУП і АСУЯ, АСУП і САПР та всіх зазначених систем разом.

Інтегрувати можна також автоматизовані і неавтоматизовані частини системи, окремі фази циклу керування тощо. Іноді інтегрованими називають і КСКБП, маючи на увазі об'єднання матеріальних і фінансових потоків або кількох пакетів програмного забезпечення (ПЗ) в один інтегрований пакет прикладних програм для бухгалтерії, кадрових служб, збуту-постачання та виробництва з центральним фінансовим компонентом .

Вибір переважного спрямування інтеграції АСК потребує оцінки ефективності сумісного та узгодженого функціонування локальних АСК, а також витрат на забезпечення їх інтеграції.

Створення ІАСК потребує такої послідовності робіт:

- визначення цілей інтегрованої системи;
- виділення локальних об'єктів керування та структури їх цілей і задач;
- виявлення і аналіз суттєвих зовнішніх та внутрішніх зв'язків;
- моделювання бізнес-процесів з описом організаційної структури, технологічних процесів, документообігу;
- розробка планів реінжинірингу підприємства (*Реінжині́ринг — комплексна процедура, яка передбачає розробку нових ділових процесів у підприємстві шляхом радикального перепроєктування (ре-інжинірінгу) існуючих процесів, зазвичай на основі інтенсивного використання у нових процесах електронних систем, зміни умов ведення бізнесу, що у свою чергу дає можливість отримання додаткових конкурентних переваг.*);
- виділення функціональних підсистем;
- розробка технології розв'язання задач, їх комплексування та напрямів інтеграції АСК;
- визначення складу АРМ та їх взаємодії з базою даних;
- проектування бази даних;
- формування вимог до системного ПЗ, інструментальних засобів для програмування прикладних задач, технічних засобів та систем зв'язку;
- вибір конфігурації та складу системи, її організаційної структури;
- впровадження локальних систем та перехід до їх сумісного функціонування.

Склад системи

Інтегрована АСК, як і будь-яка автоматизована система, має такі види забезпечення:

- організаційне,
- інформаційне,
- математичне,
- лінгвістичне,
- технічне (апаратне),
- програмне
- правове тощо.



Але основні з них чотири (організаційне, інформаційне, програмне і технічне).

Створення цих забезпечень у даному разі базується на:

- функціональній,
- інформаційній,
- програмній і
- технічній інтеграції.

Функціональна інтеграція є однією з основних, тому що на ній базуються розробка алгоритмічного, програмного та інформаційного забезпечення і відповідні види інтеграції. Результатом функціональної інтеграції має бути алгоритм оптимального керування підприємством у цілому, однак велика розмірність та складність цієї задачі роблять неможливим її розв'язання без застосування декомпозиції (поділу). В той же час, подаючи складну задачу як сукупність більш простих декомпозиційних компонентів, в подальшому необхідно інтегрувати ці компоненти в єдиний комплекс, таким чином методи декомпозиції і інтеграції в ІАСК застосовують разом.

У результаті декомпозиції отримують багаторівневу ієрархічну функціональну структуру, в якій кожна задача верхнього рівня має пріоритет відносно до задач нижнього рівня, а завданнями для задач нижнього рівня є результати розв'язання задачі більш високого рівня. При створенні ІАСК

розроблюють не тільки моделі і алгоритми вирішення функціональних задач, але і алгоритми зв'язку і узгодження локальних задач.

Використання принципів багаторівневої ієрархії приводить до виділення чотирьох функціональних рівнів керування:

перший (верхній) рівень (Enterprise Resource Planning (ERP) відповідає задачам перспективного та поточного планування, у розв'язанні яких визначаються інтегральні показники оптимальної виробничої програми і розраховуються календарні плани на квартал, місяць, тиждень;

другий рівень (Manufacture Execution System) відповідає задачам оперативного календарного планування, у розв'язанні яких спочатку коригуються тижневі календарні плани з урахуванням фактичного виконання виробничої програми, а потім визначаються оперативні завдання на поточну добу з урахуванням різних впливів;

третій рівень (SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерское управление и сбор данных)), відповідає задачам оперативного керування виробництвом, розв'язання яких забезпечує оптимальну координацію роботи технологічних комплексів;

четвертий рівень (LCADA (Local Control And Data Acquisition) відповідає задачам керування технологічними процесами, які забезпечують збір первинної інформації, контроль і регулювання технологічних процесів.

Інформаційна інтеграція полягає у створенні умов, за яких можливий доступ до всіх даних з будь-якої робочої станції ІАСК. Як відомо, дані містяться у базі даних (БД), яка є сукупністю логічно зв'язаних інформаційних елементів, що зберігаються в запам'ятовуючих пристроях прямого доступу. Ввід даних у БД, їх пошук, оновлення та реорганізацію виконує система керування базою даних (СКБД). В той же час інтеграція всіх даних в одну БД, враховуючи їх різний характер, веде до зниження ефективності процедур обробки даних. Тому більш ефективним є створення центральної (для задач керування бізнес-процесами) та локальних (для задач керування технологічними процесами) баз даних, причому повинна бути забезпечена сумісність цих БД та доступ до них з будь-якої РС.

Особливі вимоги ставляться при цьому до складу і кількості інформації та часу її обробки, які є критичними факторами при створенні системи. З одного боку, тільки своєчасне подання необхідної інформації може

забезпечити якісне прийняття рішень, а з другого — інформаційні потоки мають бути обмеженими, щоб запобігти перевантаженню їх другорядними, надто деталізованими даними.

Розрізняють «горизонтальну» інтеграцію інформації, що потрібна для прийняття рішень на певному рівні керування, і «вертикальну», що пов'язана з інтеграцією функцій керування за рівнями керування. У цілому інтегрованими локальні системи будуть тільки у тому разі, коли вони матимуть доступ до всієї інформації, що необхідна для керування відповідним об'єктом, керування на всіх рівнях буде скоординоване з позиції досягнення загальної мети.

Програмна інтеграція полягає в розробці інтерфейсу між окремими складовими програмного забезпечення з метою їх програмної сумісності. Для реалізації такої сумісності необхідно мати технічний інтерфейс між технічними засобами різних рівнів, інформаційну сумісність всіх рівнів, багатозадачний та багатопотоковий режим роботи ОС, програму-диспетчер для координації основних компонентів програмного забезпечення та локальних диспетчерів.

Технічна інтеграція реалізується за допомогою створення на підприємстві єдиної обчислювальної мережі, що забезпечує збір, передачу та циркуляцію технологічної, техніко-економічної та командної інформації між будь-якими вузлами мережі.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Призначення системи

Відповідно до стандартизованого визначення, **автоматизована система керування технологічними процесами (АСУТП)** — це автоматизована система, призначена для вироблення та реалізації керувальних дій на технологічний об'єкт керування (ТОК) згідно з прийнятими критеріями керування. Критерій керування в АСУТП може мати як техніко-економічний (собівартість вихідних продуктів, прибуток, продуктивність при заданій якості вихідного продукту тощо), так і технологічний (параметри процесу, характеристики вихідних продуктів) характер, тому в цих системах використовується як технологічна, так і техніко-економічна інформація.

Технологічний об'єкт керування (ТОК) АСУТП — це сукупність технологічного устаткування і реалізованого за відповідними інструкціями технологічного процесу виробництва продуктів, напівпродуктів, виробів чи енергії. Сумісно функціонуючи, ТОК і АСУТП утворюють автоматизований технологічний комплекс (АТК).

Тобто $АТК = АСУТП + ТОК$.

При класифікації ТОК використовують такі ознаки:

- **рівень**, який посідає об'єкт в організаційно-виробничій ієрархії. При *дворівневій ієрархії* (нижній — верхній): агрегат або комплекс агрегатів — виробництво, при *трьохрівневій ієрархії* (нижній — середній — верхній): агрегат — комплекс агрегатів (цех, відділення) — виробництво;
- **характер перебігу технологічного процесу**.
На рівні *виробництв* існує їх поділ на
 - *неперервні*, (характерним є випуск однорідної продукції, що являє неперервний (у певних межах) об'єм)
 - *дискретні* (готова продукція неоднорідна, вона поділена на окремі порції або вироби)
 - *неперервно-дискретні*.На рівні *агрегатів* їх поділяють залежно від ступеня сполучення двох складових будь-якого технологічного процесу (транспортування продукту або виробу та його перетворення) на:
 - *неперервні* (У неперервному процесі ці дві складові невід'ємні одна від одної у часі)
 - *періодичні*, (у періодичному вони чергуються).
- **умовна інформаційна потужність** ТОУ, що характеризується кількістю технологічних змінних величин, які контролює дана система:
 - найменша (до 40),
 - мала (до 160),
 - середня (до 650),
 - підвищена (до 2500)
 - велика (понад 2500).

2. Функції системи

Функції АСУТП — це сукупність дій системи, які направлені на досягнення конкретної мети керування і являють собою послідовність операцій і процедур, що виконує система. **Метою керування** може бути економія палива, сировини, матеріалів і інших виробничих ресурсів; забезпечення безпеки функціонування об'єкта; підвищення якості вихідного продукту або забезпечення заданих його параметрів; досягнення оптимального завантаження устаткування; оптимізація технологічних режимів тощо.

Функції АСУТП розподіляють:

за спрямованістю дії

- **основні** (спрямовані за межі системи)
- **допоміжні** (спрямовані в середину системи)

за змістом дії

- **керувальні**

Для того, щоб виконати керувальну дію, необхідно послідовно здійснити такі три операції: підготувати рішення, прийняти рішення, виробити (реалізувати) керувальну дію.

До *основних керувальних* функцій належать: регулювання (стабілізація) окремих технологічних змінних, однократне логічне керування операціями або апаратами (наприклад, захист), програмне логічне керування технологічними апаратами, оптимальне та адаптивне керування ТОК тощо.

До *допоміжних керувальних* дій належать: реконфігурація обчислювального комплексу чи обчислювальної мережі; перемикання технічних засобів на аварійне джерело живлення тощо.

- **інформаційні.**

Для того, щоб виконати інформаційну функцію, необхідно послідовно здійснити такі три операції: збір і первинну обробку інформації, контроль інформації (на достовірність) та аналіз інформації.

До *основних інформаційних* функцій належать: контроль та вимірювання технологічних величин, непрямі вимірювання технологічних величин, визначення узагальнених показників, підготовка і передавання інформації у суміжні системи тощо.

До *допоміжних інформаційних* функцій належать: контроль стану устаткування АСУТП, визначення показників, які характеризують якість функціонування АСУТП або її частин тощо.

Залежно від участі людини у виконанні керувальних і інформаційних функцій розрізняють

автоматизований (за участю людини) і **автоматичний** (без участі людини) режими. Реалізація автоматизованого режиму виконання керувальних функцій відбувається за такими варіантами:

ручний режим — підсистема технічних засобів (ПТЗ) надає оператору інформацію про стан ТОК, а вибирає і здійснює керувальні дії оператор;

режим порадника — ПТЗ виробляє рекомендації з керування об'єктом, а рішення про їх використання реалізує оператор;

діалоговий режим — модифікований режим порадника, тому що оператор має можливість коригувати постановку і умови задачі, яку розв'язує КТЗ при виробленні рекомендацій із керування об'єктом.

Реалізація автоматичного режиму виконання керувальних функцій відбувається за такими варіантами:

режим непрямого (супереізорного) керування — засоби обчислювальної техніки (ЗОТ) змінюють уставки і (або) параметри настроювання ЛСК;

режим прямого (безпосереднього) керування — ЗОТ безпосередньо впливають на виконавчий механізм.

Перелічені режими визначають класифікацію АСУТП за типом функціонування, який може бути Інформаційним, локально-автоматичним, порадницьким та автоматичним. При інформаційному типі функціонування автоматично виконуються лише інформаційні функції, а керувальні здійснюються в ручному режимі. При локально-автоматичному типі функціонування автоматично виконуються інформаційні функції і функції локального керування, а керування процесом у цілому реалізується в ручному режимі. При порадницькому типі функціонування для керування процесом у цілому використовують режим порадника або діалоговий режим. При автоматичному типі функціонування керувальні і інформаційні функції виконуються автоматично.

3. Склад системи

Для функціонування будь-якої системи з засобами обчислювальної техніки потрібно п'ять компонентів:

- дані (інформаційне забезпечення);
- правила перетворення даних (програмне забезпечення);
- пристрої для перетворення даних (технічне забезпечення);
- персонал, який забезпечує функціонування системи {персонал};
- правила функціонування персоналу і користувачів (організаційне забезпечення).

Організаційне забезпечення — це сукупність документів, що установлюють організаційну структуру, права та обов'язки персоналу при експлуатації автоматизованої системи (АС). Тобто організаційне забезпечення визначає взаємодію персоналу з технічним і програмним забезпеченням, а також між собою. Воно складається з

функціональної, технічної і організаційної структур АСУТП, інструкцій і регламентів для персоналу і користувачів.

Технічне забезпечення — сукупність апаратних і комунікаційних засобів, носіїв даних та допоміжних матеріалів, які забезпечують реалізацію функцій АС, причому під *апаратними засобами* розуміють пристрої, що використовуються для оброблення даних, а під *комунікаційними засобами* — сукупність ліній пересилання даних та комунікаційних пристроїв, що дозволяє здійснювати взаємне сполучення прикінцевого обладнання.

Програмне забезпечення — це сукупність програм, процедур, правил та документації, що забезпечує функціонування АС. Воно складається з загального та спеціального програмного забезпечення. До *загального програмного забезпечення* належить частина програмного забезпечення {операційна система, драйвери тощо), призначена для організації обчислювального процесу; до *спеціального програмного забезпечення* — частина програмного забезпечення, розроблена під час створення конкретної АС.

Інформаційне забезпечення — це інформаційна база АС і засоби її організації та реалізації. Тобто це система форм і методів інформаційного відображення об'єкта управління і забезпечення ефективного систематичного обміну інформацією між АС і об'єктом керування з метою відслідковування його стану і вироблення необхідних керувальних дій.

Водночас, інформаційне забезпечення — це сукупність інформації і відповідної документації, до якої входять:

- перелік і характеристика сигналів АТК;
- опис правил класифікації і кодування інформації і перелік класифікаційних угруповань;
- опис масивів інформації, форм документів, відеокадрів, використаних у системі;
- нормативно-довідкова (умовно-постійна) інформація.

Під час створення АСУТП розроблюють деякі «**проміжні**» **види забезпечення**, до яких належать математичне, лінгвістичне та метрологічне.

Математичне забезпечення — це сукупність математичних методів, моделей та алгоритмів, використаних в АС. На базі математичного забезпечення далі створюється програмне забезпечення.

Метрологічне забезпечення — це сукупність наукових і організаційних методів, норм, правил і технічних засобів, необхідних для досягнення єдності та потрібної точності вимірювань в АС. Цей вид забезпечення має самостійне значення, але використовується й у розробці інформаційного забезпечення.

Лінгвістичне забезпечення — це тезауруси* та мовні засоби опису та маніпулювання даними. Воно використовується у розробці організаційного та програмного забезпечень.

*Тезаурус — словник найменувань понять та їх класифікаційних зв'язків, призначений для єдиного уніфікованого та формалізованого подання інформації в АС.

Кожний вид забезпечення АСУТП може розглядатися як система, що має певну структуру, тобто сукупність підсистем, компонентів, елементів, які входять в АС, способів і засобів зв'язку між ними, а також засобів зв'язку з іншими АС.

Таким чином, структурний ланцюжок системи має такий вигляд: система — підсистема — компонент — елемент.

При цьому *підсистема* — це частина системи, що визначена за функціональною ознакою і є сукупністю компонентів, які беруть участь у виконанні цієї функції; *компонент* — це частина підсистеми, виділена за певною ознакою чи сукупністю ознак, яка бере участь у реалізації однієї чи кількох функцій підсистеми; *елемент* — це окрема, відносно самостійна частина компонента, що реалізує одну чи кілька функцій АС і розглядається як неподільне ціле.

4. Структура системи

Сучасні АСУТП, основною ознакою яких є використання офісних (ОПК) і промислових (ШК) персональних комп'ютерів, мікропроцесорних контролерів (МПК) та цифрової передачі даних, мають *ієрархічно-розподілену структуру*. Їх розподіленість пов'язана з розподіленістю процесорів і функцій керування, а ієрархічність — з багаторівневою архітектурою побудови. При розгляді загальної структури таких систем виділяють їх функціональну і технічну структури.

Функціональна структура (ФС) АСУТП визначає функції оперативного персоналу і автоматичних пристроїв із керування технологічними процесами та послідовність їх виконання. Вона має найвищий рівень узагальнення серед інших структур такої системи, тому структуризацію АСУТП починають з розробки її ФС, будуючи в подальшому на її засадах алгоритмічну (математичну), технічну та організаційну структури. Функціональна структура АСУТП організується за принципами багаторівневої архітектури.

Технічна структура ієрархічно-розподілених АСУТП визначає вузли мережі передачі даних та їх з'єднання. Стандартизовано *вузол* обчислювальної мережі визначається як множина ресурсів, зосереджених в одному місці для виконання основних функцій оброблення інформації.

Вузли поділяють на крайні, проміжні і суміжні. *Крайній вузол* — це вузол, якій належить лише одній вітці (шлях, що зв'язує два суміжних вузли і не має проміжних вузлів); *суміжні вузли* — це два вузли, зв'язані між собою хоча б одним шляхом, який не містить жодного іншого вузла. *Проміжний вузол* — це вузол, який належить декільком віткам. Вузли з'єднуються між собою каналами зв'язку, що утворюють мережу. За

стандартизованим визначенням *мережа* — це сукупність вузлів та віток, які їх зв'язують. Лінію зв'язку, по якій сигнали передаються в цифровій формі, називають також *лінією передачі даних*.

Функціональний пристрій вузла, через який дані переходять з вузла в мережу та у зворотному напрямку, називають *портом*. Передавання даних через порт може бути: *симплексним* — передавання даних в одному напрямку від передатчика до приймача; *дуплексним* — одночасне передавання інформації у двох напрямках; *напівдуплексним*. — неодноразовне передавання інформації у двох напрямках.

Основним вузлом обчислювальної мережі АСУТП є *робоча станція (РС)*, яка за стандартизованим визначенням є станцією оброблення даних, призначених для роботи з користувачем, і, як правило, розміщена у крайньому вузлі.

В АСУТП РС поділяють на:

локальні технологічні (ЛТС),

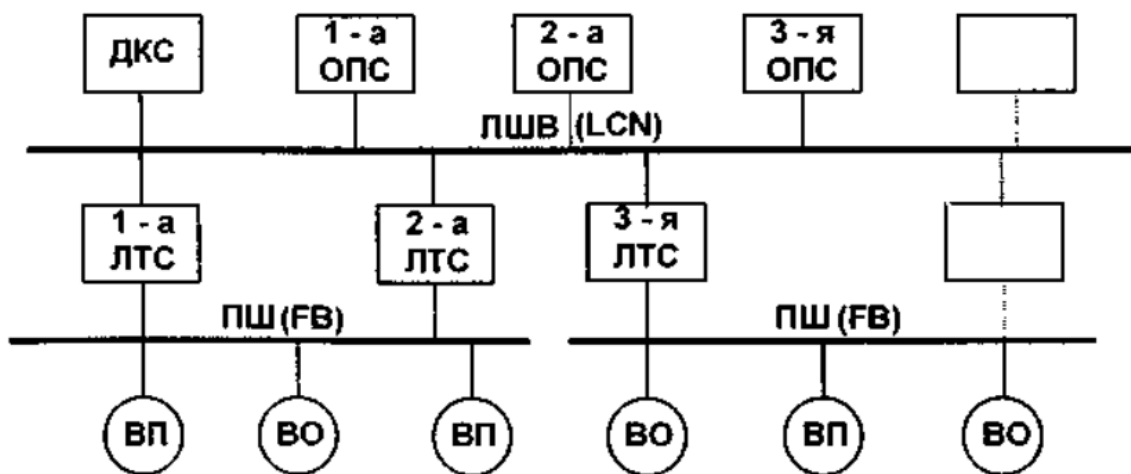
операторські (ОПС),

диспетчерські або координуючі (ДКС).

ЛТС — це робоча станція, призначена для безпосереднього зв'язку з конкретною ділянкою технологічного процесу і вирішення автономних задач керування цією ділянкою.

ОПС — це робоча станція більш високого рівня для керування комплексом технологічних ділянок, з якої можливе керування як безпосередньо технологічним процесом, так і відповідними ЛТС.

ДКС — це центральна робоча станція, як правило, призначена для диспетчерського управління виробництвом (без безпосереднього виходу на технологічний об'єкт), включаючи й узгодження роботи окремих технологічних комплексів.



Найчастіше ЛТС реалізується за допомогою одного або кількох МПК (мікропроцесорний контролер), що мають засоби для роботи у складі мереж. У разі об'єднання кількох МПК нижнього рівня, а також підмикання віддалених ПЗО (пристрій

зв'язку з об'єктом) до датчиків і виконавчих механізмів вони утворюють обчислювальну **мережу нижнього рівня**, яку називають *польовою шиною ПШ (Fieldbus - FB)*.

Основною обчислювальною мережею АСУТП є ЛОМ верхнього рівня — *промислова шина виробництва ПШВ (Local Control Network - LCN)*. Склад цієї мережі може суттєво змінюватися залежно від особливостей виробництва, програмного забезпечення та ідеології розробника. Як правило, до неї підмикають ЛТС, ОПС та ДКС, а іноді і окремі МПК. Необхідність безпосереднього підмикання МПК виникає при керуванні невеликими технологічними дільницями, які розташовані на значній відстані від основного технологічного обладнання.

Існують три варіанти розподілу функцій серед станцій у розв'язанні задач керування:

- у першому — задачі керування розв'язують тільки в ЛТС та ОПС, а у ДКС передаються кінцеві результати;
- у другому — задачі керування розв'язують в ЛТС, ОПС та ДТС;
- у третьому — задачі керування розв'язують в ОПС і ДКС, а ЛТС займається тільки збором даних. В останньому випадку ЛТС виконує функції концентратора даних, що дозволяє замінити декілька ліній зв'язку — однією.

Таким чином, обчислювальна мережа в АСУТП — це сукупність комп'ютерів, мережевих кабелів і апаратури, які працюють під керуванням мережевої операційної системи (МОС) і прикладного програмного забезпечення (ППЗ). Комп'ютери в ЛОМ використовують як *робочі станції та сервери*.

За принципом керування мережі поділяють на: *мережі з централізованим управлінням* (типу «клієнт-сервер») та *мережі з децентралізованим управлінням* (однорангові). Однорангові мережі називають ще інакше *мережами з рівноправною архітектурою*, тому що більшість користувачів отримує спільний доступ до файлів більшої кількості ПК. Завдяки своїй простоті та невеликій вартості однорангові мережі мають поширення у системах з невеликою кількістю рівноправних РС. До недоліків цього принципу керування належать утруднення, що виникають у захисті інформації, а також у побудові ієрархічних систем керування, тому в останньому випадку найчастіше орієнтуються на архітектуру «клієнт-сервер». Мережі такої архітектури мають *адміністратора мережі*, що керує обміном інформації між РС. Крім того, вони мають засоби загального користування: СУБД-сервери, мережеві принтери тощо.

Створення системи

Існують два варіанти створення АСУТП:

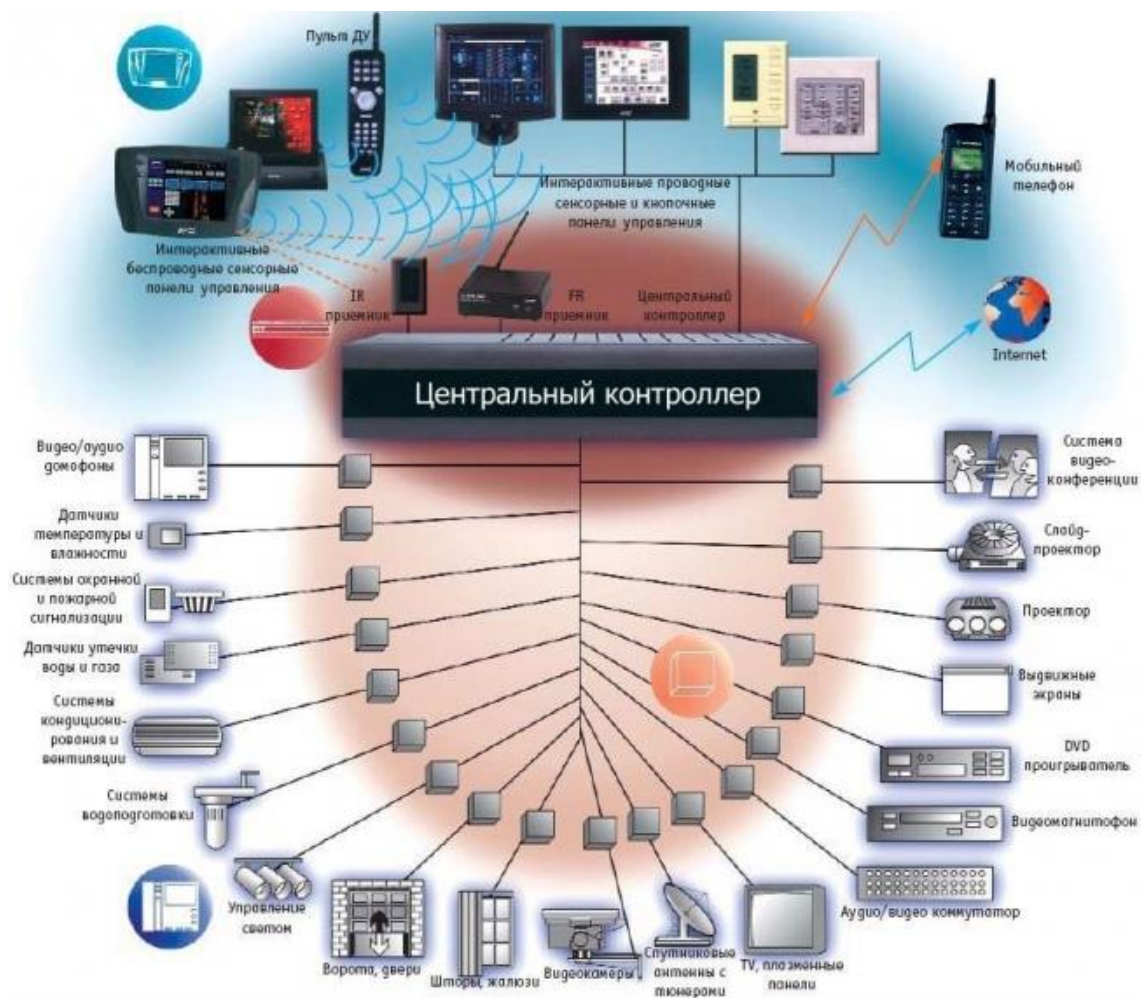
- **традиційний**, коли система створюється *проектним* шляхом за допомогою *системної інтеграції*,
- **комплексний**, коли для побудови АСУТП використовують програмно-технічні комплекси (ПТК) і система створюється з допомогою *трансферу ПТК*.

Системна інтеграція або інтеграція програмно-технічних засобів зводиться до вибору для досягнення певного чи певних ТЕП створюваної системи програмно-

технічних засобів (ПТЗ) *різних виробників* і побудови ієрархічно-розподіленої АСУТП з двома, як мінімум, рівнями керування: нижнім — керування агрегатами та верхнім — керування всім виробництвом.

Трансфер ПТК — це застосування для створення АСУТП програмно-технічних засобів *одного виробника*, причому ПТК — це набір ПТЗ, основними ознаками якого є сумісність засобів і можливість функціонування їх в єдиній системі, стандартизація інтерфейсів, функціональна повнота, що дозволяє будувати повністю АСУТП із засобів тільки цього набору. Існує також стандартизоване визначення ПТК як організованої сукупності технічних і програмних засобів АС. Виробництво ПТК почалось у 80-х роках провідними світовими виробниками засобів автоматизації. На даний час відомо кілька десятків ПТК, створених у нашій країні та в країнах близького та далекого зарубіжжя.

Із цих двох варіантів створення АСУТП системна інтеграція забезпечує меншу вартість ПТЗ та більшу вартість проектування, ніж трансфер ПТК.



Технічні засоби збору, підготовки і представлення інформації.

1. Джерела та носії інформації.
2. Кодування, представлення та організація даних.
3. Засоби отримання (збору) та реєстрації даних
4. Засоби підготовки даних.
5. Засоби відображення і виводу даних

Збір інформації - це дії, що не приводять до зміни смислового змісту, цінності, секретності інформації - вимір, сприйняття, накопичення, передача, зберігання, упорядкування, відображення і т.д.

Обробка інформації - це дії, пов'язані зі зміною якісних показників (властивостей) інформації (перетворення, скорочення обсягу, стиснення, розпізнавання, кодування, генерування, захист, виділення корисної інформації, прийняття рішення) і спрямовані на зміну сенсу, цінності, корисності, важливості, секретності, естетичного змісту, отримання нових відомостей з наявних.

Під **інформацією** розуміють сукупність змістовних відомостей, нових знань, які можуть бути вироблені, зібрані, передані, збережені і перероблені. Інформація як набір відомостей, знань може існувати в статичній чи динамічній формі.

Матеріальними носіями інформації, існуючої в *статичній формі*, є різні символи (зокрема, цифри, букви), записи, зображення і т.п.

Матеріальними носіями інформації, існуючої в *динамічній формі*, є сигнали. Під ними розуміються будь-які фізичні процеси, параметри яких містять інформацію.

Дані - це будь-який набір символів та записів, представлених цими символами, зображень, сигналів як носіїв інформації, розглянутий безвідносно до їх змістовного сенсу.

Технічні засоби збору та обробки інформації - це група засобів, що застосовуються для виконання і автоматизації інформаційних технологічних процесів, тобто тільки для збору, обробки даних, виділення і використання інформації.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Джерела, що породжують інформацію можна умовно розбити на дві групи:

- власне джерела інформації (активне джерело інформації)
- джерела даних або самі дані, сигнали (пасивне джерело інформації).

Активні джерела самі породжують інформацію. Це біологічні істоти (наприклад, людина), для яких вироблення інформації є об'єктивно необхідною. Вони обмінюються нею в процесі спілкування.

Пасивні джерела не виробляють інформацію, а залишають дані (як звір - сліди, зірка - випромінювання), які при осмисленні їх (мисливцем, астрофізиком) дають інформацію,

дозволяють отримувати її шляхом взаємодії з ними спеціальних засобів виробітку (сприйняття), обробки та інтерпретації даних, сигналів. Це різні об'єкти, явища і процеси матеріального світу, а також дані (масиви чисел, фізичних величин, тексти, картини, малюнки) і фізичні сигнали, що відображають різні сторони існування матерії і передаються від об'єкта до об'єкта.

В якості засобів отримання кількісних даних від пасивних джерел використовуються, наприклад, **засоби вимірювань** - технічні засоби, що мають нормовані метрологічні характеристики.

Датчик - засіб вимірювання, призначений для вироблення сигналу вимірювальної інформації у формі, зручній для передачі, подальшого перетворення, обробки та зберігання, але не піддається безпосередньому сприйняттю і інтерпретації людиною. Датчик сам по собі може розглядатися як пасивний джерело інформації для засобів, що здійснюють її обробку.

Одержання інформації - це фізичний процес, який завжди розвивається в часі, а іноді і в просторі, тобто описується математично функцією часу і координат простору. У безперервних джерелах інформація виходить постійно, а в дискретних - у фіксовані моменти часу.

НОСІЇ ІНФОРМАЦІЇ

Згідно ГОСТ 13699-80 і прийнятої термінології, під **носіями інформації** в загальному випадку розуміються фізичні (матеріальні) об'єкти (середовище, тіло, речовина, пристрої), використовувані при записі для збереження в них або на їх поверхні сигналів (інформації). За призначенням носії інформації можна розбити на три групи:

- художні, (накопичення і зберігання творів друку і мистецтва: папір, полотно, класна дошка, фото-і кіноплівка, фотопапір)
- документальні (використовуються в діловій сфері для запису, зберігання та передачі інформації у вигляді документа, в якому інформація представлена коротко, але вичерпно: паперові носії)
- машинні (призначені для запису, зберігання, накопичення і передачі інформації з метою автоматизації її введення в засоби збору та обробки, зберігання та перетворення в них, а також видачі користувачеві в зручній для нього формі: сучасні економічні інформаційні системи з потужними процесорами, оснащені знімними вінчестерами, сіді ром з лазерними дисками, флеш-пам'ять)

ЗАСОБИ ОТРИМАННЯ (ЗБОРУ) І РЕЄСТРАЦІЇ ДАНИХ

Функціонування будь-якої ІС починається з отримання даних від джерел інформації, причому характер цих даних визначається призначенням системи. У системах обробки економічної інформації необхідна первинна інформація повинна відображати стан і параметри технічних і технологічних процесів, містити кількісні, трудові і вартісні показники виробничих процесів. Вона і є для таких систем основним предметом збору, основою для отримання на

наступних етапах зведеної техніко-економічної інформації, визначаючи господарську діяльність підприємства і його підрозділів.

Виробничі, економічні, статистичні та інші дані та показники надходять, як правило, з робочих місць. Застосування засобів збору і реєстрації інформації дозволяє отримати у формі, придатній для обробки на ЕОМ, заповнений первинний документ встановленої форми та змісту (наряд, акт, кошторис, відомість тощо), відображається певний вид діяльності.

Під збором розуміється отримання даних (вимірювання, знімання, сприйняття) будь-якими пристроями від джерел інформації, **а під реєстрацією** - занесення отриманих даних на документ або машинний носій, їх подання у необхідному для людини або машини вигляді.

Операції збору та реєстрації даних здійснюються за допомогою різних засобів. розрізняють:

- Механізований;
- Автоматизований;
- Автоматичний способи збору і реєстрації даних.

1) *Механізований* - збір і реєстрація інформації здійснюється безпосередньо людиною з використанням найпростіших приладів (ваги, лічильники, мірна тара, прилади обліку часу і т.д.).

2) *Автоматизований* - використання машинозчитувальних документів, реєструючих автоматів, універсальних систем збору і реєстрації, що забезпечують поєднання операцій формування первинних документів і отримання машинних носіїв.

3) *Автоматичний* - використовується в основному при обробці даних в режимі реального часу. (Інформація з датчиків, що враховують хід виробництва - випуск продукції, витрати сировини, простої устаткування і т.д. - надходить безпосередньо в ЕОМ).

Для збору даних необхідно спочатку визначити технічні засоби, що дозволяють здійснювати збір швидко і високоякісно і підтримуючі операції введення інформації і представлення даних в електронній формі. В якості засобів збору в інформаційних системах зазвичай виступають агрегати, що представляють собою сукупність пристроїв і програмного забезпечення до них, які служать для перетворення інформації, представленої в неелектронних формі, в електронну для її подальшого використання у системі.

З розвитком комп'ютерної техніки стали з'являтися різноманітні технічні засоби, що дозволяють здійснювати ручний або автоматизований збір інформації безпосередньо з її джерела або через проміжні ланки. Слід зазначити, що в кожному окремому випадку технічні засоби вибираються залежно від типу інформації, що збирається і її призначення (рис. 2.1).

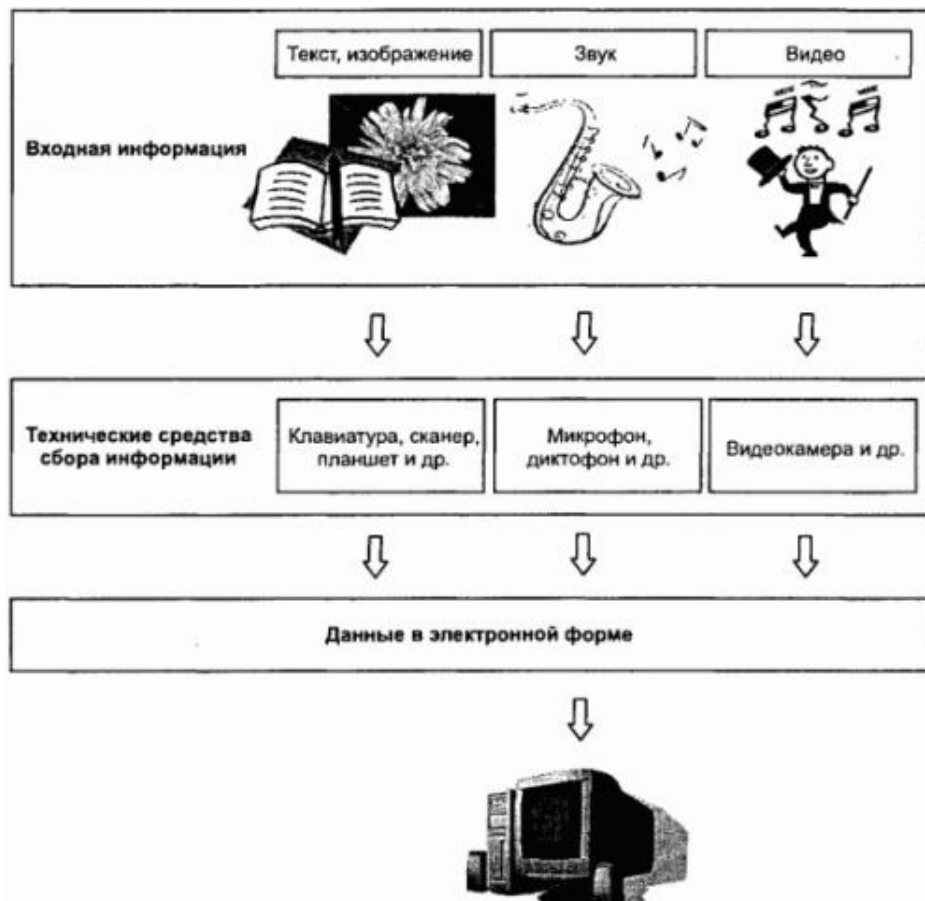


Рис. 2.1. Технічні засоби збору інформації

Так, для різних етапів збору *текстової та графічної інформації*, а також для вибору з пропонованих системою варіантів зазвичай застосовуються такі засоби, як клавіатура, різні маніпулятори («миша», кульової джойстик, світлове перо і т. д.), сканер, планшет, сенсорний екран, монітор.

Для збору *звукової інформації* найчастіше використовуються диктофон і мікрофон, в деяких випадках застосовуються звукові датчики і апаратура розпізнавання мови, а також засоби запису ефіру радіостанцій.

Збір *відеоінформації* здійснюється за допомогою відеокамер і фотоапаратів; крім того, існують засоби, що дозволяють записувати відеосигнали телевізійного мовлення

У *промислових системах* в залежності від сфери застосування часто використовуються також технічні засоби для сканування штрих-коду, захоплення зображень, автоматичні датчики об'єму, тиску, температури, вологості, системи розпізнавання сигналів і кодів і т. д.

У цілому застосування подібних промислових засобів збору інформації називають технологією автоматичної ідентифікації, тобто ідентифікацією та / або прямим збором даних в мікропроцесорний пристрій (комп'ютер або програмований контролер) без використання клавіатури. Така технологія застосовується для виключення помилок, пов'язаних зі збором даних, і прискорення процесу збору; вона дозволяє не тільки ідентифікувати об'єкти, але і стежити за ними, кодувати велику кількість інформації.

Автоматична ідентифікація об'єднує п'ять груп технологій, що забезпечують вирішення проблеми збору різноманітних даних:

1. Технології штрихового кодування (Bar Code Technologies).
2. Технології радіочастотної ідентифікації (RFID - Radio Frequency Identification Technologies).
3. Карткові технології (Card Technologies).
4. Технології збору даних (Data Communications Technologies).
5. Нові технології, такі, як розпізнавання голосу, оптичне і магнітне розпізнавання тексту, біометричні технології та деякі інші.

Технічні засоби передачі даних включають:

- Апаратуру передачі даних (АПД), яка з'єднує засоби обробки та підготовки даних з телеграфними, телефонними та широкосмуговими каналами зв'язку;
- Пристрої сполучення ЕОМ з АПД, які управляють обміном інформації - мультиплексори передачі даних.

Запис і передача інформації по каналах зв'язку в ЕОМ має наступні *переваги*:

- Спрощує процес формування та контролю інформації;
- Дотримується принцип однократної реєстрації інформації в первинному документі і машинному носії;
- Забезпечується висока достовірність інформації, що надходить в ЕОМ.

Для виконання технологічних процесів збору та реєстрації даних використовується спеціальна група технічних засобів для оперативного формування вихідних даних, що визначають кількісні (кількість виготовленої продукції, її вартість), тимчасові (час виготовлення деталі, агрегату, час простою обладнання) та якісні (стан контрольованого устаткування, якість виготовленої продукції) характеристики виробничих процесів.

За виконуваних функцій і призначенням пристрої цієї групи можна розділити на:

- засоби знімання даних,
- засоби збору та реєстрації для оперативного контролю та управління на виробництві
- засоби збору, реєстрації та попередньої обробки інформації.

Засоби знімання даних. Ці відносно нескладні механізми і пристосування застосовуються для організації і виконання первинного обліку, тобто для отримання необхідних відомостей про хід виробничого процесу. До них відносяться:

- *датчики* - виробляють сигнали, що характеризують виробництво продукції (датчики одиничних сигналів, наприклад, фіксують вихід деталі з верстата), час роботи і простоїв обладнання; мірна тара для одиничних виробів, рідких і сипучих речовин - дозволяє не тільки організувати підрахунок продукції, але і її зберігання і транспортування;
- *годинник* - групові (для установки єдиного часу на підприємстві, в установі), табельні (для реєстрації часу приходу і відходу співробітників), відміткові (для визначення часу виготовлення деталі, виконання операції і т.п.), сигнальні та інші - дозволяють отримувати і фіксувати різні часові характеристики та показники;

- *контрольно-вимірювальні та самописні прилади* - забезпечують вимірювання і реєстрацію параметрів технологічних процесів, визначення якості продукції;
- *лічильники* - працюють спільно з іншими засобами знімання даних, перш за все з датчиками, виконують рахунок, накопичення і візуальне відображення результатів (кількість виготовленої продукції, загальний час роботи устаткування, його простоїв).

У ряді автоматизованих інформаційних систем (вимірювальних, автоматизації наукових досліджень, управління технологічними процесами) використовуються також засоби безпосереднього введення інформації від джерел, що включають в себе аналого-цифрові та інші перетворювачі, блоки сполучення з ЕОМ.

Системи числення

Розвиток обчислювальної техніки привів до розширення використання різних систем числення. Зазвичай використовується десяткова система числення. Проте її застосування для реалізації обчислювальних процесів за допомогою електронних пристроїв зв'язане з труднощами розпізнавання десяти різних рівнів сигналів, які б відповідали б різним цифрам. Тому в обчислювальній техніці для реалізації обчислень і представлення чисел і кодів команд використовують двійкову систему числення, яка має дві цифри 0 і 1 і для реалізації яких в технічних пристроях необхідно мати два рівні сигналів: високий і низький, є сигнал чи нема сигналу.

Система числення визначає правило представлення числа з комбінації цифр даної системи числення. У десятковій системі числення, якою ми користуємося повсякденно, є десять цифр, комбінація яких визначає число. При представленні числа з цифр має значення, на якому місці знаходиться цифра. Місце визначає вагу даної цифри. Одна і та ж цифра може визначати кількість одиниць, десятків, сотень і так далі, все залежить від її місцезнаходження в числі.

Такі системи числення називаються позиційними системами числення по основі 2. У цих системах використовується кінцевий набір символів, кожен символ називається цифрою і позначає деяку кількість. Число різних цифр в наборі називається основою системи числення. Щоб отримати яке-небудь число, необхідно цифри записати поряд. Відносній позиції цифри в числі ставиться у відповідність ваговий множник (коефіцієнт).

У десятковій системі числення 10 цифр: 0, 1 ...9. Представлення числа в десятковій системі числення можна представити у такий спосіб у вигляді полінома. Наприклад, число 678 матиме вигляд:

$$6 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 8 \times 10^0$$

Тут цифра 6 входить з вагою 100, цифра 7 – з вагою 10, цифра 8 – з вагою 1.

У загальному вигляді даний вираз можна представити у такий спосіб:

$$N = a_{n-1}a_{n-2}...a_1a_0 = a_{n-1}b^{n-1} + a_{n-2}b^{n-2} + ... + a_1b^1 + a_0b^0, \quad (1.1)$$

де $a_{n-1}...a_0$ - цифри числа;
 $b^{n-1}...b^0$ - вагові коефіцієнти.

У таблиці 1.1 приведені найбільш споживані системи числення і їх характеристики.

Таблиця 1.1, Системи числення

Основа	Система числення	Позна- чення	Цифрові символи
2	Двійкова	б	0,1
3	Трійкова		0,1,2
4	Четверкова		0,1,2,3
5	П'ятіркова		0,1,2,3,4

8	Вісімкова	o	0,1,2,3,4,5,6,7
10	Десяткова	d	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
12	Дванадцяткова		0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B
16	Шістнадцяткова	h	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

З приведених в таблиці 1.1 систем числення в обчислювальній техніці найбільше застосування разом з десятковою системою числення отримали двійкова, вісімкова і шістнадцяткова системи числення. Для відмінності систем числення застосовують наступні позначення:

$100_{(10)}$, $100_{(d)}$ – число представлене у десятковій системі числення;

$100_{(2)}$, $100_{(b)}$ - число представлене у двійковій системі числення;

$100_{(8)}$, $100_{(o)}$ - число представлене у вісімковій системі числення;

$100_{(16)}$, $100_{(h)}$ - число представлене у шістнадцятковій системі числення.

Двійкова система числення

Двійкова система числення використовує тільки дві цифри 0 і 1, що дозволяє використовувати цю систему числення технічними пристроями для виконання арифметичних операцій [3]. Дані технічні пристрої мають два стійкі стани: увімкнено-вимкнено, низький-високий рівень.

У двійковій системі числення кожної позиції відповідає певна вага, яка визначається як ступінь числа 2, оскільки основа двійкової системи числення дорівнює 2. Через те, що дана система числення має дві цифри, розрядність двійкових чисел значно більше розрядності десяткових чисел.

Представлення двійкових чисел і їх перетворення в десяткове число здійснюється по виразу (1.1)

$$\begin{aligned}
 101101_2 &= 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \\
 &= 1 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 45_{10}
 \end{aligned}$$

При записі двійкового числа кожна позиція зайнята двійковою цифрою, яка називається бітом. Слово біт штучне, воно відбулося як скорочення від двох слів: binary digit (двійкова одиниця) - bit.

При розгляді двійкових чисел користуються поняттями найменший значущий біт (самий молодший двійковий розряд) і найбільший значущий біт (самий старший двійковий розряд). Звичайне двійкове число записується так, що найбільший значущий біт є крайнім зліва.

Перетворення з десяткової системи в двійкову систему числення здійснюється у такий спосіб. Перетворення здійснюється багатократним діленням десяткового числа на 2. Наприклад, перетворення десяткового числа 35 в двійкове число

$$35:2=17 \text{ залишок } 1 = a_0$$

$$17:2=8 \text{ залишок } 1 = a_1$$

$$8:2=4 \text{ залишок } 0 = a_2$$

$$4:2=2 \text{ залишок } 0 = a_3$$

$$2:2=1 \text{ залишок } 0 = a_4$$

$$1 = a_5$$



Таким чином, двійкове число матиме вид $a_5a_4a_3a_2a_1a_0$

$$100011_2 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \\ 1 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 35_{10}$$

Системи кодування

Для того, щоб мати можливість оперувати не тільки з числами, але і символами, щоб можна було представляти в ЕОМ текстову інформацію, використовують системи кодування, в яких кожному символу ставлять у відповідність певну комбінацію нулів і одиниць.

У МікроЕОМ найчастіше використовують два коди: американський стандартний код для обміну інформацією ASCII (American Standard Code for Information Interchange) і розширений двійково-кодований EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange).

Окрім цих кодів використовуються коди KOI-7, KOI-8 і ін.

Фізична передача даних по лініях зв'язку

Каналом передачі інформації називають сукупність технічних засобів, що забезпечують передачу електричних сигналів від одного пункту до іншого.

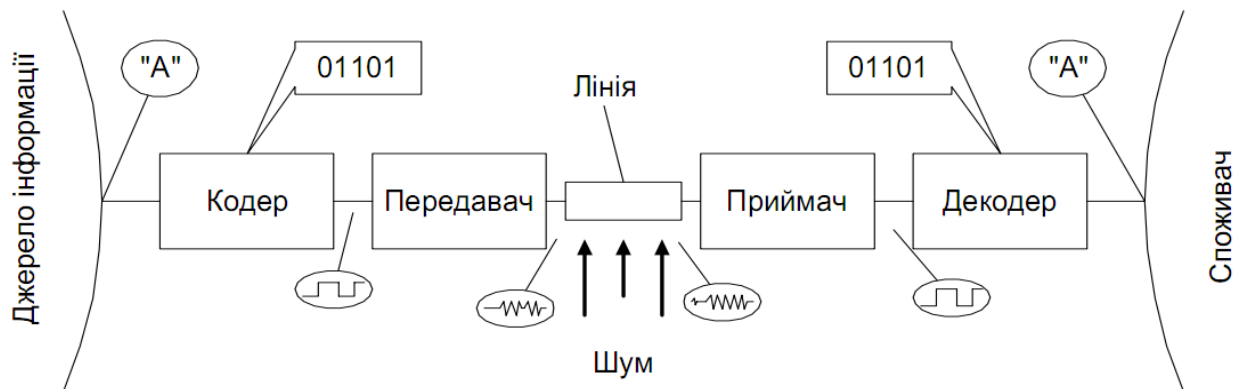


Рис. 4.1. Процес передачі інформації

Якщо надходить від відправника повідомлення має неелектричної природи (текст, креслення, кодові комбінації, зафіксовані на машинних носіях), то його необхідно перетворити в електричний сигнал, званий первинним. Зазвичай такий сигнал не може безпосередньо передаватися по лінії зв'язку. Тому первинний сигнал піддається подальшому перетворенню (кодуванню, модуляції), у результаті якого утворюється лінійний сигнал, придатний для передачі по лінії зв'язку.

Процес перетворення повідомлення в сигнал називається *кодуванням*.

На приймальній стороні виробляється зворотне перетворення прийнятого лінійного сигналу спочатку в первинний сигнал, а потім в повідомлення, яке з певною вірністю відтворює передане повідомлення через можливі перешкоди в лінії зв'язку і спотворень сигналів в апаратурі.

Засоби та системи передачі даних діляться:

- за типом фізичного середовища - на дротові (телеграфні і телефонні) і бездротові (радіо хвилі і супутникові);

- за формою представлення інформації - на аналогові і цифрові;
- по виду переданих сигналів - на безперервні і дискретні.

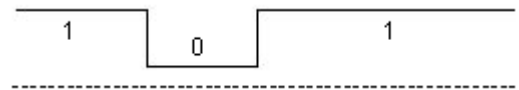
Кодування

В обчислювальній техніці для представлення даних використовують двійковий код, який позначає два протилежних стійких стани («включено»/«відключено», «є сигнал»/«немає сигналу»). Окремий дискретний сигнал позначається окремим бітом («0» або «1»).

Представлення даних у вигляді електричних або оптичних сигналів називається **кодуванням**.

Існує кілька способів кодування, наприклад:

Потенціальний спосіб «1» відповідає один рівень напруги
«0» - інший рівень напруги.



Імпульсний спосіб Для представлення цифр використовують імпульси різної полярності.



Такі дискретні сигнали застосовують для передачі сигналів всередині комп'ютерів:

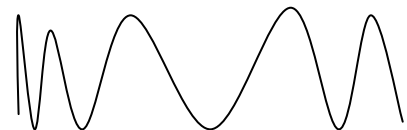
- Лінії передачі є короткими.
- Прямокутна форма сигналів при передачі не спотворюється.

Для передачі по лініях зв'язку між комп'ютерами такий спосіб передачі є недоречним, бо:

- Лінії зв'язку є довгими.
- Лінії зв'язку тягнуться поза екранованого корпусу по простору, де можливі сильні електромагнітні завади.

Це може призвести до суттєвого спотворення прямокутних імпульсів. Тому, для кодування інформації застосовують специфічний спосіб – **модуляцію**.

Частотна модуляція Дискретна інформація представляється синусоїдальним сигналом тої частоти, яку підтримує дана лінія зв'язку, наприклад, кабель або радіопростір.



Модуляція ніколи не застосовується для кодування сигналів всередині комп'ютера.

Як передаються дані?

Передача даних може здійснюватися послідовно або паралельно.

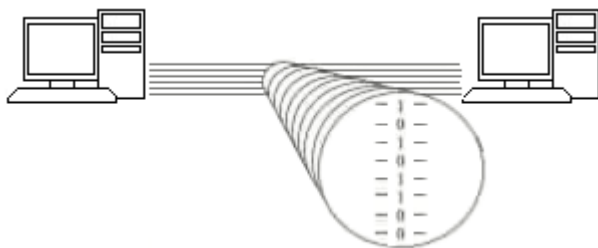


Рис. 3.1. Паралельне передавання даних.

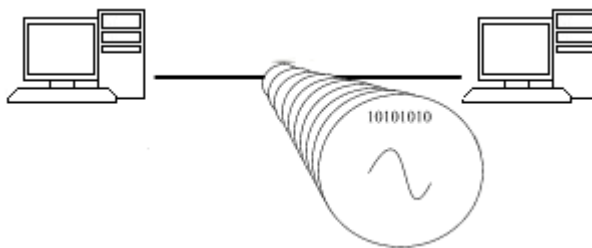


Рис. 3.2. Послідовне передавання даних.

При паралельній передачі біти даних передаються одночасно по кількох провідниках (по шині) (рис. 3.1). При послідовному передаванні відбувається передача біта за бітом по черзі (рис. 3.2). У мережах найчастіше використовується саме цей спосіб.

Задачі фізичної передачі даних по лінії зв'язку

- Кодування (потенціальне, імпульсне, частотна модуляція).
- Компресія (стиснення даних).
- Перетворення інформації з паралельної у послідовну форму (економія ліній зв'язку).
- Забезпечення надійності передачі (контрольна сума).

Режими передавання сигналів

Асинхронний режим

Дані пересилаються побайтно. На початку кожного байту встановлюється стартовий біт, наприкінці – один або два стопових, які виокремлюють кожний байт інформації, що передається.

Переваги:

- Надійність та точність виокремленого сигналу, що приймається з лінії передачі.

Недоліки:

- Пакування та розпакування бітового потоку у байти.
- Передача стартових та стопових бітів призводить до зменшення швидкості передачі приблизно на 25-30%.

Синхронний режим

Дані передаються побітово, без попереднього пакування у байти. Біти формуються в інформаційні пакети різної довжини, що мають власний заголовок та контрольну суму наприкінці.

При зв'язку між різними комп'ютерами існує ймовірність спотворення певних бітів даних, що передаються. Для підвищення надійності передачі часто використовують стандартний прийом: підрахунок контрольної суми, наприклад підрахунок кількості непарних бітів у пакеті і передача її після кожного пакету або певного блоку пакетів. Одержувач в той же спосіб обчислює контрольну суму пакету, що надійшов і, у разі збігання результатів, назад до відправника направляється службовий сигнал, що підтверджує вірність прийому даних. Якщо пакет інформації під час передавання був пошкоджений або загублений, він передається ще раз.

Оскільки вміст пакету є суттєво більшим за службову інформацію, зменшення швидкості передачі є доволі малою.



Рис. 3.3. Режими передавання сигналів.

Всередині комп'ютера та між комп'ютером і периферійним пристроєм використовується асинхронний режим, при передаванні даних на великі відстані – синхронний (рис. 3.3).

Периферійні пристрої для передавання інформації

Задачі надійного обміну електричними сигналами в мережах вирішують певні пристрої. В локальних мережах – це мережні адаптери, в глобальних мережах – модеми (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Периферійні пристрої передавання інформації.

DTE - Data Terminal Equipment (Комп'ютери).

DCE – Data Communication Equipment (Модем, мережний адаптер).

Ці пристрої кодують та декодують кожний інформаційний пакет, синхронізують передачу електромагнітних сигналів по лініях зв'язку, перевіряють вірність передачі за контрольною сумою, а також виконують інші операції.

Лінією зв'язку для мережних адаптерів, зазвичай, є оптоволоконний кабель або кабель «скручена пара».

Лінії зв'язку для модемів є значно різноманітнішими: від телефонного кабелю до радіо простору.

Модеми

Це пристрій, який використовують для під'єднання комп'ютера до глобальної комп'ютерної мережі (зазвичай, Інтернету) через різноманітні лінії зв'язку.

Назва походить від скорочення його основних функцій: **МО**дуляція/**ДЕМ**одуляція.

Основним призначенням модему є перетворення дискретних сигналів в аналогову форму, що є прийнятною для передачі через лінії зв'язку. Швидкість передавання вимірюється в Бітах(Кілобітах, Мегабітах, Гілобітах) у секунду (біт/с, Кбіт/с, Мбіт/с, Гбіт/с).

Класифікація модемів

За виконанням

- **Зовнішні.** Під'єднуються до USB порту.
- **Внутрішні.** Під'єднуються до слотів PCI або PCI Express.
- **Вбудовані.** Є внутрішнім пристроєм ноутбуків.

За типом

- **Dial-Up-модеми.** Для звичайних (комутованих) телефонних ліній (швидкість 33-56 Кбіт/с).
- **ISDN-модеми** (*Integrated Service Digital Network*). Для цифрових комутованих ліній (швидкість 512-8000 Кбіт/с).
- **xDSL-модеми** (*Digital Subscriber Line*). Для виділених (орендованих) ліній. Для передавання даних використовується інший частотний діапазон, що дозволяє одночасно з передачею даних користуватися телефоном.
- **Кабельні модеми.** Обмін даними по спеціалізованих кабелях (наприклад, TV-кабелі).
- **Радіомодеми.** Для обміну даними по радіо простору.
- **Супутникові модеми.** Дані отримуються від супутника через антену.
- **PLC-модеми** (*Power Line Communication*). Використовують технологію передавання даних по лініях побутової електричної мережі.

Модеми з додатковими можливостями

Факс-модеми. Дозволяють передавати і приймати факсимільні зображення на інший факс-модем чи факс-пристрій.

Голосові модеми. Мають функцію оцифрування сигналу з телефонної лінії і відтворення звуку у лінію. Всі сучасні модеми є голосовими, деякі додатково мають вбудований мікрофон.

Вони дозволяють:

- Передачу голосових повідомлень в режимі реального часу.
- Використання в режимі автовідповідача і організація голосової пошти.

Функціональна схема модему (CPC)

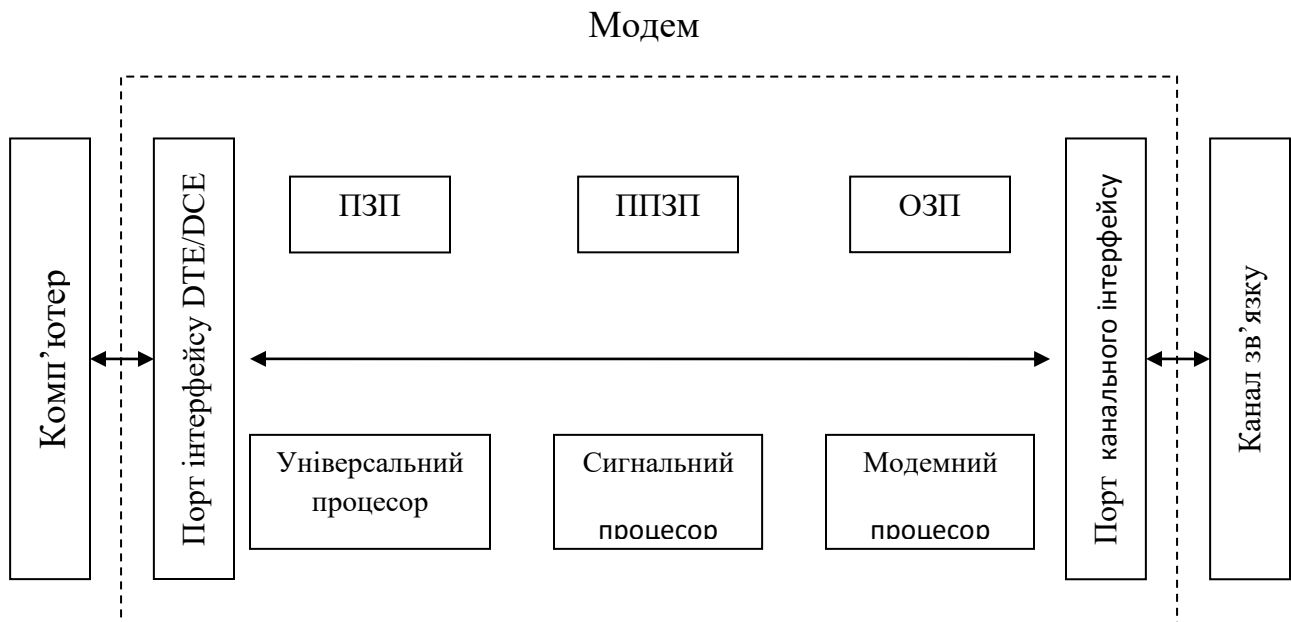


Рис. 3.5. Функціональна схема модему.

Інтерфейс DTE/DCE – забезпечує зв'язок модему з комп'ютером. Якщо модем є внутрішнім – це інтерфейс шини PCI чи PCI Express, якщо модем є зовнішнім, то це інтерфейс порту USB.

Універсальний процесор здійснює:

- Зв'язок модему з комп'ютером.
- Індикація стану модему.
- Виконання команд модему.
- Керування складовими модему.
- Буферизація, компресія/декомпресія даних.

Сигнальний процесор виконує модуляцію/демодуляцію сигналів та інші специфічні функції.

Модемний процесор виконує кодування/декодування даних під час передачі.

Постійний запам'ятовуючий пристрій містить програми, за якими працюють універсальний та сигнальний процесор. Власне ці програми визначають інтелектуальні здібності модему.

Перепрограмований постійний запам'ятовуючий пристрій містить налаштування модему – профайли. Користувач може змінювати ці налаштування за допомогою спеціальних програм.

Оперативний запам'ятовуючий пристрій використовується для виконання проміжних обчислень, і до нього завантажується активний поточний профайл модему.

Мережний адаптер (мережна плата)

Це пристрій, що призначений для під'єднання комп'ютера до локальної мережі через мережний кабель. Мережний адаптер (мережна плата) виступає як фізичний інтерфейс між комп'ютером і середовищем передачі.

Функції мережного адаптера:

1. Підготовка даних, що надходять від комп'ютера, до передачі по мережному кабелю.
2. Передача даних до іншого комп'ютера.
3. Керування потоком даних.

4. Прийом даних з кабелю і перетворення у форму, що є зрозумілою для центрального процесора комп'ютера.

Типи мережних адаптерів

- **Адаптери PCI, PCI Express.** Внутрішня плата, що встановлюється у відповідний слот материнської плати
- **Адаптери USB.** Окремий пристрій, що під'єднується до USB-порта.
- **Інтегровані (вбудовані) адаптери.** Мікросхема, що міститься на материнській платі.

MAC – адреса (фізична адреса)

Мережний адаптер повинен вказувати своє місцезнаходження в мережі, тобто мати власну адресу. Це унікальний серійний номер, що привласнюється кожному мережному пристрою для ідентифікації його в мережі.

Розподілом адрес мережних адаптерів займається комітет IEEE, який закріплює за кожним виробником плат мережного адаптера певний інтервал адрес. Виробник записує в ПЗП плати її унікальну адресу на стадії виготовлення.

MAC-адреса має довжину 6 байт і зазвичай записується в шістнадцятковому коді, наприклад, 12:34:56:78:90:AB. Перші три байти адреси визначають виробника.

Під час приймання даних мережні адаптери переглядають вхідний мережний трафік, і шукають в кожному пакеті даних свою MAC-адресу. Якщо такий пакет є, то адаптер приймає ці дані. Існують також спеціальні способи по розсилці пакетів всім пристроям мережі одночасно (broadcasting).

Компоненти плати мережного адаптера

Плата мережного адаптера складається з апаратної частини і вбудованих програм, що записані в постійний запам'ятовуючий пристрій (рис. 3.6).

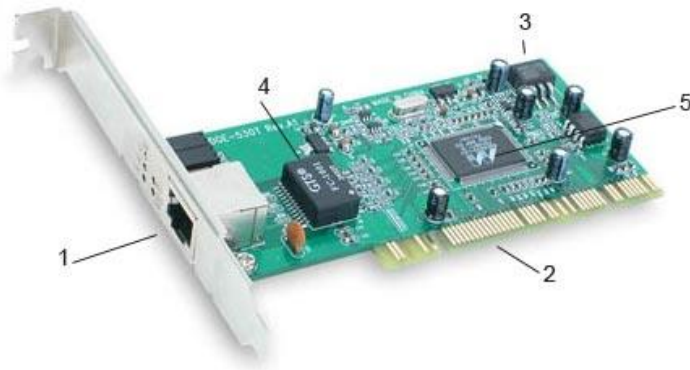


Рис. 3.6. Внутрішня плата мережного адаптера.

1. Роз'єм для під'єднання кабелю («скручена пара» чи оптоволоконного).
2. Роз'єм для під'єднання пристрою до внутрішнього чи зовнішнього роз'єму комп'ютера (PCI чи USB).
3. Перепрограмований постійний запам'ятовуючий пристрій, де зберігаються профайли користувача та програмно-апаратні налаштування.

4. Постійний запам'ятовуючий пристрій, де зберігається BIOS адаптера (базова система вводу/виводу).
5. Процесор (*Chip*) - мікросхема контролера мережного адаптера.

Як і решта периферійних пристроїв, модем та мережний адаптер після фізичного під'єднання потребують встановлення драйвера, програмного налаштування, а також налаштування адреси даного комп'ютера та адреси головного комп'ютера мережі з яким відбуватиметься з'єднання.

Контрольні запитання

1. Для чого застосовують кодування інформації?
2. Які існують типи кодування в комп'ютерній галузі?
3. Яке кодування використовують для передачі сигналів по лініях зв'язку комп'ютерної мережі?
4. Які особливості пересилання даних застосовано в асинхронному режимі?
5. Які особливості пересилання даних застосовано в синхронному режимі?
6. Який режим пересилання даних використовується між комп'ютером та модемом? Між двома комп'ютерами?
7. Для чого потрібна синхронізація сигналів? Яким чином вона реалізується?
8. Які пристрої використовують для під'єднання до локальної мережі?
9. Які типи модемів є на сьогодні популярними? Чому?
10. Які існують типи мережних адаптерів?

Засоби накопичення і зберігання даних.

1. Класифікація носіїв інформації та технічних засобів для збереження даних

Дані можуть зберігатися і транспортуватися на носіях різних видів. Найпоширенішим носієм даних, мабуть, є папір.

Для зберігання програм і даних в персональних комп'ютерах використовують різного роду накопичувачі.

По відношенню до комп'ютера накопичувачі можуть бути:

- зовнішніми (пристрої мають власний корпус і джерело живлення, що економить простір всередині корпусу комп'ютера і зменшує навантаження на його блок живлення)
- вбудовуваними або внутрішніми (кріпляться у спеціальних монтажних відсіках (drive bays) і дозволяють створювати компактні системи, які поєднують в системному блоці всі необхідні пристрої)

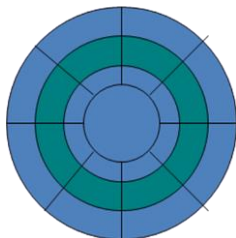
Сам накопичувач можна розглядати як сукупність носія та відповідного приводу.

У зв'язку з цим розрізняють накопичувачі:

- зі змінними носіями
- незмінним носіями.

За фізичним принципом

- перфораційні (з отворами або вирізами) - перфокарта, перфострічка
- магнітні - магнітна стрічка, магнітні диски (Інформація на магнітних дисках зберігається в секторах (по 512 байт). Сектори розташовуються вздовж концентричних кіл – доріжок. Кожен диск має дві поверхні. У вінчестері таких дисків декілька.)



- оптичні - оптичні диски CD, DVD, Blu-ray Disc
- магнітооптичні - Магнітооптичний компакт-диск (CD-MO)
- електронні (використовують ефекти напівпровідників) - карти пам'яті, флеш-пам'ять

За конструктивними (геометричними) особливостями

- Дискові (магнітні диски, оптичні диски, магнітооптичні диски)
- Стрічкові (магнітні стрічки, перфострічки)
- Барабанні (магнітні барабани)
- Карткові (банківські картки, перфокарти, флеш-карти, смарт-картки)

Серед накопичувачів можна виділити:

- Накопичувачі на жорстких дисках (вінчестери);



- Накопичувачі на зовнішніх жорстких дисках (Щоб установити зовнішній жорсткий диск, підключіть його до комп'ютера та приєднайте кабель живлення. Більшість таких жорстких дисків під'єднується до USB-порту.);



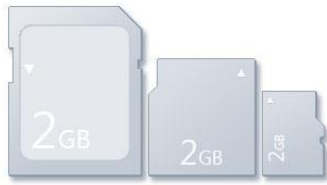
- Накопичувачі на флоппі-дисках (дискета);



- USB (універсальна послідовна шина) флеш-пам'ять – це маленький портативний пристрій, який підключається до USB-порту комп'ютера (флешка).



- Карти флеш-пам'яті призначено для зберігання різноманітної інформації, зокрема тексту, зображень і музики. Інформацію на картах пам'яті можна стирати та використовувати їх знову. У багатьох цифрових камерах зображення та відео зберігаються на картах пам'яті CompactFlash або Secure Digital (SD).



- Накопичувачі на магнітооптичних дисках (**Магнітооптичний диск** — носій інформації, що поєднує властивості оптичних і магнітних накопичувачів. Для зчитування інформації використовується оптична система, для запису — одночасно оптична і магнітна.);

- Накопичувачі на оптичних дисках (**Оптичний диск** — носій даних у вигляді пластикового чи алюмінієвого диска, призначеного для запису й відтворення звуку, зображення, буквенно-цифрової інформації тощо за допомогою лазерного променя);

- **Компакт-диск/Compact disc (CD):** Audio CD, 5.1 Music Disc, Super Audio CD, Photo CD, CD-R, CD-ROM, CD-RW, CD Video (CDV), Video CD (VCD), Super Video CD, CD+G, CD-Text, CD-ROM XA, CD-Extra, CD-i Bridge, CD-i
- **Минидиск/MiniDisc:** Hi-MD
- **DVD:** DVD-Audio, DVD-R, DVD+R, DVD-R DL, DVD+R DL, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RW DL, DVD+RW DL, DVD-RAM, DVD-D, DVD-ENAV (*Digital Versatile Disc* - цифровий багатоцільовий диск, носітель інформації, виконаний в формі диска, має такої ж розмір, як і компакт-диск, але більш щільну структуру робочої поверхні, що дозволяє зберігати і читати більший об'єм інформації)
- **Blu-ray Disc (BD):** BD-R, BD-RE, BD-ROM (**Blu-ray Disc, BD** (англ. *blue ray* — синій луч и *disc* — диск; написання *blue* замість *blue* — намірене) — формат оптичного носія, використовується для запису з підвищеною щільністю і зберігання цифрових даних, включаючи відео високої чіткості. Blu-ray (букв. «синій луч») отримав своє називання від використання для запису і читання коротковолнового (405 нм) «синього» (технічно синьо-фіолетового) лазера.)
- **Голографічна пам'ять:** HVD Голографічний багатоцільовий диск (Holographic Versatile Disc).
розробляється перспективна технологія виробництва оптичних дисків, яка передбачає значно збільшити обсяг збереження на диску даних у порівнянні з Blu-Ray і HD DVD. Вона використовує технологію, відому як голографія, яка використовує два лазери: один - червоний, а другий - зелений, зведені в один паралельний промінь. Зелений лазер читає дані, закодовані у вигляді сітки з голографічного шару близького до поверхні диска, у той час як червоний лазер використовується для читання допоміжних сигналів із звичайного компакт-дискового шару в глибині диска. Допоміжна інформація використовується для відстеження позиції читання, на зразок системи CHS у звичайному жорсткому диску. На CD або DVD ця інформація впроваджена в дані.
Передбачувана інформаційна ємність цих дисків - до 3.9 терабайт (ТБ)
- **3D optical data storage** Об'ємна оптична пам'ять — це різновид комп'ютерної пам'яті, в якій інформація може бути записана і зчитана в трьохмерному просторі (а не в звичайній двумірній площині як, наприклад, в компакт-дисках). Таким способом зберігання інформації потенційно можна дозволити записувати на диски, порівнянні за розміром з компакт-дисками, порядку терабайта даних.

Розглянемо класифікацію пристроїв збереження інформації:

1. Пам'ять на феритових осердях (від 5 до 20 мБайт). Ферит — напівпровідниковий магнітний матеріал, на основі якого будується комірка пам'яті.

2. Пам'ять на циліндричних магнітних доменах. В деяких магнітних матеріалах при взаємодії магнітного поля виникають окремі області, які відрізняються від решти матеріалу напрямом намагніченості. Ці області називаються доменами (до 10 мБіт).

3. Напівпровідникова пам'ять

4. Пам'ять на електронно-променевих трубках – електронний промінь, взаємодіючи з склом трубки залишає на ньому електричний заряд, який довго зберігається.
5. Пам'ять на магнітній стрічці.
6. Пам'ять на оптичних дисках, зміст якого полягає у гармонійному випромінюванні лазера в оптичному діапазоні хвиль. Можна добитись вузького пучка світла достатньо великої потужності. Цей промінь використовують для зчитування і запису інформації.

2. Забезпечення зберігання та доступу до інформації

Зібрана інформація, переведена в електронну форму, являє собою одну з основних цінностей будь-якої сучасної організації, тому забезпечення надійного зберігання та оперативного доступу до інформації для подальшої її обробки є пріоритетними завданнями. Процедура зберігання інформації полягає у формуванні та підтримці структури зберігання даних в пам'яті ЕОМ.

На даний момент не існує універсальної методики побудови системи зберігання даних, яка була б прийнятною для більшості організацій. У кожному окремому випадку така задача вирішується індивідуально, згідно з основними вимогами, що пред'являються до сучасних структур зберігання:

- незалежність від програм, що використовують збережені дані;
- забезпечення повноти і мінімальної надмірності даних;
- можливість актуалізації даних (тобто поповнення або зміни значень даних, записаних в базі);
- можливість вилучення даних, а також сортування та пошуку за заданими критеріями.

Найбільш часто в ролі структур зберігання даних виступають бази або банки даних

База даних (БД) - спеціально організована сукупність взаємозв'язаних даних, що відображають стан виділеної предметної області в реальній дійсності і призначеної для сумісного використання при вирішенні завдань багатьма користувачами.

В даний час найбільшого поширення набули реляційні бази даних. Картотеками користувалися до появи електронних баз даних. Мережеві і ієрархічні бази даних вважаються застарілими, об'єктно-орієнтовані поки ніяк не стандартизовані і не набули широкого поширення.

Реляційна база даних - база даних, заснована на реляційній моделі. Слово "реляційний" походить від англійського "relation" (відношення).

Теорія реляційних баз даних була розроблена доктором Едгаром Коддом з компанії ІВМ в 1970 році. У реляційних базах даних всі дані представлені у вигляді простих таблиць, розбитих на рядки і стовпці, на перетині яких розташовані дані. Запити до таких таблиць повертають таблиці, які самі можуть ставати предметом подальших запитів. Кожна база даних може включати декілька таблиць. Коротко особливості реляційної бази даних можна сформулювати таким чином:

- дані зберігаються в таблицях, що складаються із стовпців ("атрибутів") і рядків ("записів");
- на перетині кожного стовпця і строчки стоїть в точності одне значення;
- у кожного стовпця є своє ім'я, яке служить його назвою, і всі значення в одному стовпці мають один тип;
- запити до бази даних повертають результат у вигляді таблиць, які теж можуть виступати як об'єкт запитів;
- рядка в реляційній базі даних невпорядковані, впорядковування проводиться у момент формування відповіді на запит.

Загальноприйнятим стандартом мови роботи з реляційними базами даних в даний час є мова структурованих запитів (Structured Query Language - SQL). Це універсальний комп'ютерний

мову, застосовуваний для створення, модифікації й керування даними в реляційних базах даних. Всупереч існуючим помилкам, SQL є інформаційно-логічним мовою, а не мовою програмування.

Банк даних - універсальна база даних, яка обслуговує будь-які запити прикладних програм разом з відповідним програмним забезпеченням.

Для забезпечення доступу до бази даних, використовуються системи керування базами даних (СКБД). Серед найбільш яскравих можна відзначити: Microsoft Access, Microsoft Visual FoxPro, а також бази даних Microsoft SQL Server і Oracle, використовувані в додатках, побудованих за технологією «клієнт-сервер»

Крім баз і банків даних, сучасну структуру зберігання інформації надають сховища даних,

Сховище даних (Data Warehouse) - предметно-орієнтована інформаційна база даних, спеціально розроблена і призначена для підготовки звітів та бізнес-аналізу з метою підтримки прийняття рішень в організації. Будується на базі систем управління базами даних і систем підтримки прийняття рішень. Дані, що надходять у сховище даних, як правило, доступні тільки для читання.

Дані, що поміщаються в сховище, повинні відповідати певним вимогам - предметної орієнтованості, інтегрованості, підтримки хронології і незмінності (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3.

Предметна орієнтованість	Всі дані про деякої сутності (бізнес-об'єкти, бізнес-процеси і т. д.) з деякої предметної області збираються з безлічі різних джерел, очищаються, узгоджуються, доповнюються, агрегуються і представляються в єдиній, зручній для їх використання в бізнес-аналізі форм
Інтегрованість	Всі дані про різні бізнес-об'єктах взаємно узгоджені і зберігаються в єдиному загальнокорпоративному сховищі
Підтримка хронології	Дані хронологічно структуровані і відображають історію за період часу, достатній для виконання завдань бізнес-аналізу, прогнозування та підготовки прийняття рішення
Незмінюваність	Вихідні (історичні) дані, після того як вони були узгоджені, верифіковані й внесені в загальнокорпоративних сховищі, залишаються незмінними і використовуються виключно в режимі читання

Сховище даних виконує безліч функцій, але його основне призначення - надання точних даних і інформації в найкоротші терміни і з мінімумом витрат.

Поняття сховища даних в первісному розумінні було засновано на понятті розподіленої вітрини даних (Distributed Data Mart - DDM). Тому в класичному виконанні сховище даних було насамперед репозиторієм (наскрізний базою даних) даних та інформації підприємства.

Слід зазначити, що важливою вимогою до будь-якій системі зберігання даних є забезпечення резервного копіювання, архівування, структурованого зберігання і відновлення даних в необхідні терміни (рис. 2.2).

Ці операції можна організувати за допомогою Пофайлового аналізу підлягають зберігання даних, що враховує дати створення, модифікації і останнього звернення до файлів, їх розширення, розташування в каталогах файлової системи і т. д. Розглянемо ці операції більш докладно.

Резервне копіювання - це створення копій файлів для швидкого відновлення працездатності системи при виникненні аварійної ситуації. Копії файлів зберігаються на резервних носіях протягом певного часу, а потім перезаписуються. Розрізняють повне, інкрементальне і диференціальне резервне копіювання.



Рис. 2.2. Операції для швидкого відновлення даних в системах зберігання

Повне резервне копіювання передбачає створення копій всіх даних, що підлягають резервному копіюванню, що дозволяє в разі аварійної ситуації швидко відновити інформацію; однак таке копіювання займає досить тривалий час.

Диференціальне резервне копіювання припускає дублювання тільки тих файлів, які були створені або змінені з моменту проведення попереднього сеансу повного копіювання. При виникненні аварійної ситуації для відновлення даних потрібні остання повна і диференціальна копії.

Інкрементального резервне копіювання передбачає створення копій тільки тих файлів, які були створені або змінені з моменту останнього повного, диференціального або інкрементального копіювання. Таке копіювання здійснюється досить швидко, однак при виникненні аварійної ситуації для відновлення даних буде потрібно остання повна і всі наступні інкрементальні копії, а процедура відновлення буде дуже тривалою.

Враховуючи достоїнства і недоліки існуючих методів резервного копіювання, на практиці паралельно застосовують повне копіювання (наприклад, 1 раз у тиждень) і інкрементальне (наприклад, 1 раз на день).

Архівна копіювання є процес копіювання файлів для безстрокового або довготривалого зберігання на архівних носіях. Архівна копіювання також може бути повним, інкрементальним і диференціальним, однак воно здійснюється рідше резервного копіювання.

Для здешевлення процесу зберігання рідко використовуваних даних застосовують систему **структурованого зберігання**, тобто організації ієрархічної структури пристроїв зберігання інформації, коли на верхньому рівні знаходяться жорсткі диски, а на нижніх рівнях - знімні накопичувачі, які об'єднуються в єдиний логічний диск для зберігання рідко використовуваної інформації. Переміщення файлів за рівнями організується таким чином, щоб обсяг вільного простору на дисках серверів зберігався в заданих межах.

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Життєвий цикл системи – це безперервний процес, який починається з моменту прийняття рішення про необхідність створення системи і закінчується в момент її повного вилучення з експлуатації.

Сучасні мережі розробляються на основі стандартів, що дозволяє забезпечити, по-перше, їх високу ефективність і, по-друге, можливість їх взаємодії між собою.

Взагалі кажучи, всі *стандарт*и на інформаційні системи (як і на будь-які системи взагалі) можна розбити на наступні два основні класи:

- Функціональні стандарти, що визначають порядок функціонування системи в інтересах досягнення мети, поставленої перед нею її творцями.
- Стандарти життєвого циклу, що визначають те, як створюється, застосовується і ліквідується система.

Моделі, які визначаються стандартами цих двох класів, звичайно ж взаємопов'язані, проте вирішують зовсім різні завдання і характеризуються принципово різними підходами до їх побудови.

Пояснимо це на прикладі. Найбільш повною функціональною моделлю системи є сама система, однак "біографія" самої системи ні в якому разі не може розглядатися в якості моделі її життєвого циклу. Куди ближче до моделі життєвого циклу автоматизованої системи є опис життя живої істоти, починаючи з моменту зачаття.

Життєвий цикл автоматизованої системи охоплює всі стадії та етапи її створення, супроводу і розвитку:

- передпроектний аналіз (включаючи формування функціональної та інформаційної моделей об'єкта, для якого призначена система);
- проектування системи (включаючи розробку технічного завдання, ескізного і технічного проєктів);
- розробку системи (у тому числі програмування та тестування прикладних програм на основі проєктних специфікацій підсистем, виділених на стадії проектування);
- інтеграцію та збірку системи, проведення її випробувань;
- експлуатацію системи та її супроводження;
- розвиток системи.

Тривалість життєвого циклу сучасних автоматизованих систем становить близько 10 років, що значно перевищує терміни морального і фізичного старіння технічних і системних програмних засобів, використовуваних при побудові системи. Тому протягом життєвого циклу системи проводиться модернізація її техніко-програмної бази.

Майже третина проєктів автоматизованих систем припиняють своє існування, залишившись незавершеними. Головною причиною такого становища є те, що рівень технології аналізу і проектування систем, методів і засобів управління проєктами не відповідає складності створюваних систем, яка постійно зростає у зв'язку з ускладненням і швидкими змінами бізнесу.

Зі світової практики відомо, що витрати на супровід прикладного програмного забезпечення автоматизованих систем складають не менше 70% його сукупної вартості протягом життєвого циклу. Тому вкрай важливо ще на проєктній стадії передбачити необхідні методи і засоби супроводу прикладного програмного забезпечення, включаючи методи конфігураційного управління.

Каскадна і спіральна моделі

Модель життєвого циклу – це структура, що визначає послідовність виконання і взаємозв'язку процесів, дій і завдань протягом життєвого циклу. З існуючих в даний час моделей найбільш поширені дві: каскадна і спіральна. Вони принципово розрізняються самим підходом до автоматизованої системи та її програмного забезпечення.

Каскадна модель характерна для більш ранніх автоматизованих систем (каскадний метод застосовується з 1970 року), а також для систем, для яких на самому початку

розробки можна досить точно і повно сформулювати всі вимоги. При виконанні цих умов каскадний метод дозволяє досягти хороших результатів.



Суть каскадного методу (рис. 1)

- вся розробка розбивається на етапи, причому перехід від попереднього етапу до подальшого здійснюється тільки після повного завершення робіт попереднього етапу
- на кожному етапі формується закінчений набір проектної документації, достатньої для того, щоб розробка могла бути продовжена іншою групою розробників.
- є можливість планування термінів завершення робіт та витрат на їх виконання.
- недолік - дуже складно вкласти реальний процес створення програмного забезпечення в таку жорстку схему і тому постійно виникає необхідність повернення до попередніх етапів з метою уточнення і перегляду раніше прийнятих рішень.

Результатом такого конфлікту стала поява **моделі з проміжним контролем** (рис. 2), яку представляють або як самостійну модель, або як варіант каскадної моделі. Ця модель характеризується міжетапними коригуваннями, які подовжують період розробки виробу, але підвищують надійність.



Однак і каскадна модель, і модель з проміжним контролем володіють серйозним недоліком - запізнюванням з отриманням результатів. Дана обставина пояснюється тим, що узгодження результатів можливе тільки після завершення кожного етапу робіт. На час же проведення кожного етапу вимоги жорстко задаються у вигляді технічного завдання. Так що існує небезпека, що через неточний виклад вимог або їх зміни за тривалий час створення програмного забезпечення кінцевий продукт виявиться незатребуваним.

Для подолання цього недоліку і була створена **спіральна модель**. (рис. 3)

Суть спірального методу

- орієнтована на активну роботу з користувачами і дозволяє коректувати систему під час розробки.
- основний упор робиться на етапах аналізу і проектування, на яких реалізація технічних рішень перевіряється шляхом створення прототипів.

- дозволяє починати роботу над наступним етапом, не чекаючи завершення попереднього. Спіральна модель має на меті якомога раніше ознайомити користувачів з працездатним продуктом, коригуючи при необхідності вимоги до розроблюваного продукту і кожен "виток" спіралі означає створення фрагмента або версії.
- Основна проблема спірального циклу - визначення моменту переходу на наступний етап. Можливе рішення - примусове обмеження по часу для кожного з етапу життєвого циклу. Найбільш повно переваги такої моделі виявляються при обслуговуванні програмних засобів.



Порівнюючи ці моделі, можна сказати, що каскадна модель більш універсальна, тобто вона застосовна до виробництва різних виробів, будь то відбійний молоток чи графічний редактор. Для різних виробів просто будуть змінюватися кількість і назва етапів моделі. Спіральна ж модель більш орієнтована саме на інформаційні системи, особливо на програмні продукти, тому при розробці автоматизованих систем та їх програмного забезпечення вона переважніше каскадної.

Етапи життєвого циклу системи

1. Аналіз первинних вимог та планування робіт

Даний етап передуює ініціацію робіт над проектом.

Його основними завданнями є:

- аналіз первинних бізнес-вимог,
- попередня економічна оцінка проекту,
- побудова план-графіку виконання робіт,
- створення і навчання спільної робочої групи.

2. Проведення обстеження діяльності підприємства

В рамках даного етапу здійснюється:

- попереднє виявлення вимог, що пред'являються до майбутньої системи;
- визначення організаційно-штатної і топологічної структур підприємства;
- визначення переліку цільових завдань (функцій) підприємства;
- аналіз розподілу функцій по підрозділах і співробітникам;
- визначення переліку вживаних на підприємстві засобів автоматизації.

При цьому виявляються функціональні діяльності кожного з підрозділів підприємства і функціональні взаємодії між ними, інформаційні потоки всередині підрозділів і між ними, зовнішні по відношенню до підприємства об'єкти і зовнішні інформаційні взаємодії.

3. Побудова моделей діяльності підприємства

На даному етапі здійснюється обробка результатів обстеження та побудова моделей діяльності підприємства наступних двох видів:

- моделі "як є", що представляє собою "знімок" стану справ на підприємстві (організаційної структури, взаємодії підрозділів, прийняті технології, автоматизовані і неавтоматизовані бізнес-процеси і т.д.) на момент обстеження і дозволяє зрозуміти, що робить і як функціонує дане підприємство з позицій системного аналізу, а також на основі автоматичної верифікації виявити ряд помилок і вузьких місць і сформулювати ряд пропозицій по поліпшенню ситуації,
- моделі "як має бути", яка об'єднує перспективні пропозиції керівництва і співробітників підприємства, експертів і системних аналітиків і дозволяє сформувати бачення нових раціональних технологій роботи підприємства.

Перехід від моделі "як є" до моделі "як має бути" здійснюється такими двома способами.

1) Удосконалення технологій на основі оцінки їх ефективності. При цьому критеріями оцінки є вартісні і тимчасові витрати виконання бізнес-процесів, дублювання і суперечливість виконання окремих завдань бізнес-процесу, ступінь завантаженості співробітників ("легкий" реінжиніринг).

2) Радикальна зміна технологій і переосмислення бізнес-процесів ("жорсткий" реінжиніринг).

Побудовані моделі є не просто реалізацією початкових етапів розробки системи і технічним завданням на наступні етапи. Вони являють собою самостійний відокремлюваний результат, що має велике практичне значення

4. Розробка системного проекту

Даний етап є першою фазою розробки власне системи автоматизації (саме, фазою аналізу вимог до системи), на якій вимоги замовника уточнюються, формалізуються і документуються. На цьому етапі визначаються:

- архітектура системи, її функції, зовнішні умови її функціонування, розподіл функцій між апаратною і програмною частинами;
- інтерфейси і розподіл функцій між людиною і системою;
- вимоги до програмних та автоматизованих компонент системи, необхідні апаратні ресурси, вимоги до бази даних, фізичні характеристики компонент системи, їх інтерфейси; склад людей і робіт, що мають відношення до системи;
- обмеження в процесі розробки (директивні строки завершення окремих етапів, наявні ресурси, організаційні процедури і заходи, що забезпечують захист інформації).

По завершенні цього етапу (після узгодження системного проекту із замовником) змінюється роль консультанта. Відтепер він як би стає на бік замовника, і однією з його основних функцій на всіх наступних етапах робіт буде контроль на відповідність вимогам, зафіксованим в системному проекті.

5. Розробка пропозицій по автоматизації підприємства

На підставі системного проекту здійснюється:

- складання переліку автоматизованих робочих місць підприємства та способів взаємодії між ними;
- аналіз застосовності існуючих систем управління підприємствами для вирішення необхідних завдань та формування рекомендацій з вибору такої системи;
- спільне з замовником ухвалення рішення про вибір конкретної системи управління підприємством або розробки власної системи;
- розробка вимог до технічних засобів;
- розробка вимог до програмних засобів;

- розробка пропозицій по етапах і термінах автоматизації.

6. Розробка технічного проекту

На даному етапі на основі системного проекту та прийнятих рішень з автоматизації здійснюється проектування системи.

Цей етап поділяється на два підетапи:

- проектування архітектури системи, що включає розробку структури та інтерфейсів її компонент (автоматизованих робочих місць), узгодження функції та технічних вимоз до компонентів, визначення автоматизованих потоків між основними компонентами, зв'язків між ними і зовнішніми об'єктами;
- детальне проектування, що включає розробку специфікацій кожної компоненти, розробку вимог до тестів та плану інтеграції компонент, а також побудова моделей ієрархії програмних модулів та міжмодульних взаємодій і проектування внутрішньої структури модулів.

7. Розробка та тестування

Тестування являє собою набір процедур і дій, призначених для демонстрації коректної роботи АСУП в заданих режимах і зовнішніх умовах. Мета тестування - виявити наявність помилок або переконливо продемонструвати їх відсутність, що можливо лише в окремих тривіальних випадках.

8. Впровадження

Впровадження системи в експлуатацію.

9. Експлуатація та супровід

Основні завдання етапу експлуатації і супроводу:

- забезпечення стійкості роботи системи та збереження інформації - адміністрування;
- своєчасна модернізація і ремонт окремих елементів - технічна підтримка;
- адаптація можливостей експлуатованої системи до поточних потреб бізнесу підприємства - розвиток системи.

Особливу увагу на етапі експлуатації і супроводу слід приділити питанням навчання персоналу і, відповідно, планування інвестицій у цей процес.

Історія розвитку та класифікація комп'ютерних мереж

Зміст

1. Історія виникнення та призначення комп'ютерних мереж
2. Різновиди комп'ютерних мереж
3. Класифікація комп'ютерних мереж
4. Стандартизація у комп'ютерних мережах

1. Історія виникнення та призначення КМ

Призначення комп'ютерної мережі

Основне призначення комп'ютерних мереж - спільне використання ресурсів і здійснення інтерактивного зв'язку (в реальному часі). Ресурси - це дані, додатки і периферійні пристрої, такі, як зовнішній дисковод, принтер, миша, модем або джойстик.

Принтери та інші периферійні пристрої

До появи комп'ютерних мереж кожен користувач повинен був мати свій принтер, плоттер і інші периферійні пристрої. Щоб спільно використовувати принтер, існував єдиний спосіб-пересісти за комп'ютер, підключений до цього принтера.

Тепер мережі дозволяють цілому ряду користувачів одночасно "володіти" даними і периферійними пристроями. Якщо декільком користувачам треба роздрукувати документ, усі вони можуть звернутися до мережного принтера.

Дані

До появи комп'ютерних мереж люди обмінювалися інформацією приблизно так: передавали інформацію усно (усне мовлення), писали записки або листа (письмова мова), записували інформацію на дискету, несли дискету до іншого комп'ютера і копіювали в нього дані .

Комп'ютерні мережі спрощують цей процес, надаючи користувачам доступ майже до будь-яких типів даних.

Програми

Мережі створюють відмінні умови для *уніфікації програм* (наприклад, текстового процесора). Це означає, що на всіх комп'ютерах в мережі виконуються програми одного типу й однієї версії. Використання єдиного додатка допоможе спростити підтримку всієї мережі. Дійсно, простіше вивчити один додаток, ніж намагатися освоїти відразу чотири чи п'ять. Зручніше також мати справу з однією версією програми та налаштовувати комп'ютери однаковим чином.

Безпосередньою основою комп'ютерних мереж (КМ) були телефонні і телеграфні мережі, створені у XIX ст. У 50-х роках XX ст. внаслідок розвитку мікроелектроніки з'явилися потужні електронно-обчислювальні машини. Для використання обчислювальних потужностей цих ЕОМ виникла необхідність сполучати їх з кількома віддаленими терміналами. Таким чином виникли системи з розподілом часу роботи центрального процесора, в яких кожному терміналу по чергові виділявся квант часу.

Рішення, які стосувались комп'ютерних мереж, які охоплювали території великих підприємств та установ, а навіть території держав могли виглядати так.

Мережа такої структури наведена на рис. 1.

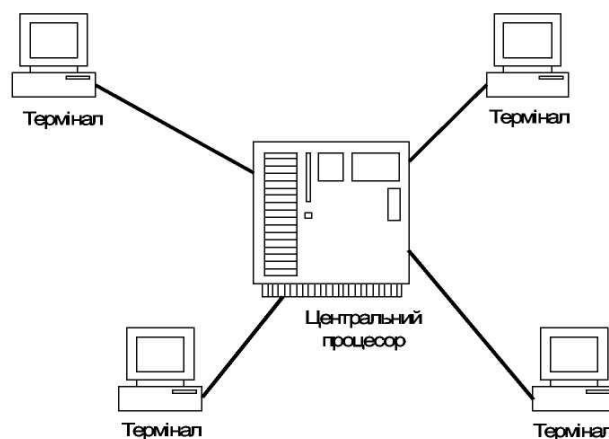


Схема комп'ютерної мережі з терміналами

Особливостями таких систем було неефективне використання **доволі дорогих каналів зв'язку** між центральним процесором і терміналами.

Згодом були розроблені спеціальні пристрої - **мультиплексори і концентратори**, - які дозволяли збирати трафік від розташованих поруч

терміналів і передачі його одним спільним каналом зв'язку до центрального процесора. Обов'язковим елементом такої системи був **фронтальний процесор**, на який покладались функції організації зв'язку. Схема такої мережі наведена на рис.2.

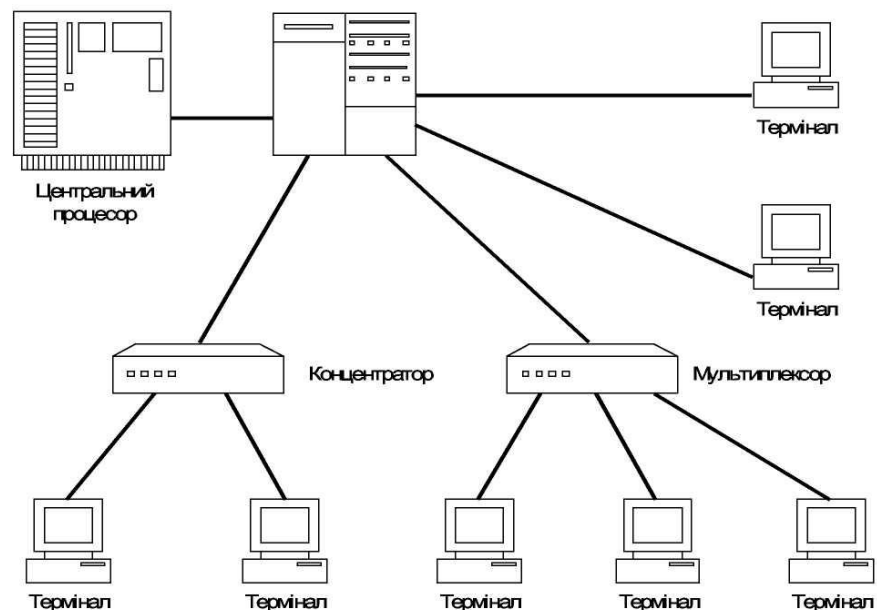


Рис.2. Комп'ютерна мережа з фронтальним процесором,
концентратором і мультиплексором

Сучасні комп'ютерні мережі будують з використанням концентраторів. таких мережах може бути багато центральних процесорів і терміналів чи робочих станцій. Структура сучасних глобальних мереж наведена на рис.3.

Концентратор - багатофункціональний пристрій, який одночасно виконує функції маршрутизації та коригування сигналів. В

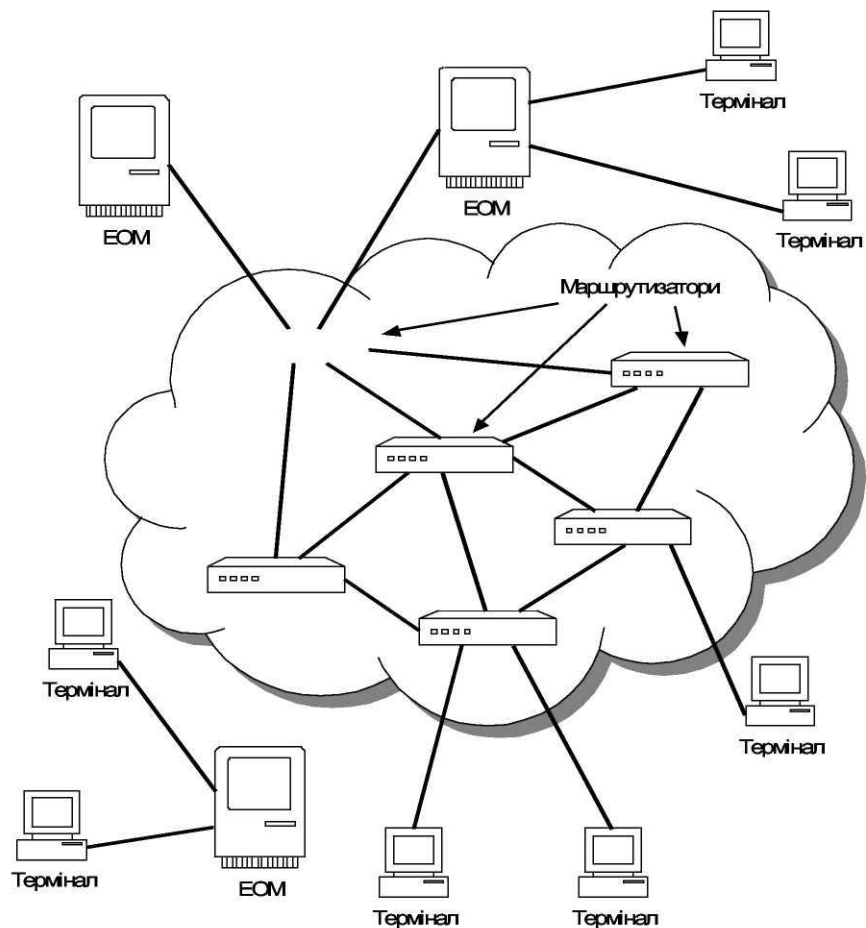


Рис.3. Структура сучасних глобальних мереж

З розвитком персональних комп'ютерів постало питання про створення локальних комп'ютерних мереж - в межах невеликих організацій, діляниць підприємств та офісів. Розвиток мікропроцесорної техніки і здешевлення персональних комп'ютерів дозволило розвинути технології **локальних комп'ютерних мереж**, в яких зараз за результатами спостережень концентрується до **80% інформаційних потоків**.

Загалом із розвитком персональних комп'ютерів з'явилась можливість наблизити територіально місце обробки даних до місця їх виникнення, і, таким чином, підвищити ефективність роботи інформаційних систем.

Отже, **технічною передумовою** появи комп'ютерних мереж став розвиток комп'ютерної техніки та технологій зв'язку.

Натомість **економічною передумовою** появи комп'ютерних мереж стала постановка таких задач, вирішення яких давало значно більший прибуток, ніж становили затрати на створення комп'ютерних мереж.

До таких задач відносились зокрема задачі в царині оборони, освоєння космосу, наукових досліджень в метеорології, матеріалознавстві, фундаментальній фізиці і хімії тощо.

1.2. Різновиди комп'ютерних мереж

Співвідношення між різними видами обробки даних найкраще простежити на діаграмі "відстань - швидкість", наведеній на рис.4.

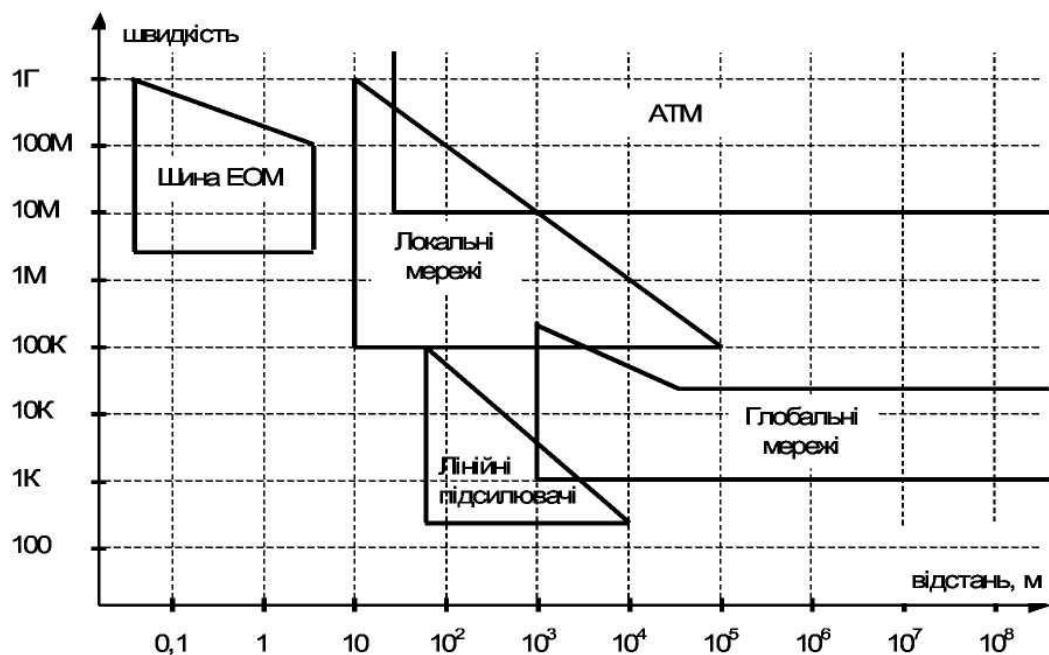


Рис.4. Діаграма "відстань - швидкість"

На діаграмі наведено характеристики наступних видів обробки даних:

- шина EOM - швидкість передавання від 5Мбіт/с до 1 Гбіт/с на відстань до 5 м;
- лінійні підсилювачі - швидкість передавання від 500 біт/с до 100 Кбіт/с на відстань до 10 км;
- локальні мережі - швидкість передавання від 100 Кбіт/с до 1 Гбіт/с на відстань до 100 км;
- глобальні мережі - швидкість передавання від 1 Кбіт/с до 100 Кбіт/с на необмежену відстань;
- мережі АТМ - швидкість передачі понад 10 Мбіт/с на необмежену відстань.

Принципово можна виокремити два види обробки даних засобами мережевих технологій:

- локальні комп'ютерні мережі (LAN - Local Area Networks)
- глобальні комп'ютерні мережі (WAN - Wide Area Networks).

Локальна мережа

Концепція побудови мережі

Найпростіша мережа складається як мінімум з двох комп'ютерів, з'єднаних один з одним кабелем. Це дозволяє їм використовувати дані спільно. Всі мережі ґрунтуються саме на цьому простому принципі. Хоча ідея з'єднання комп'ютерів за допомогою кабелю не здається нам особливо видатною, свого часу вона стала значним досягненням у галузі комунікацій.

Народження комп'ютерних мереж було викликано нагальною потребою - мати можливість для спільного використання дані. Персональний комп'ютер - прекрасний інструмент для створення документа, підготовки таблиць, графічних даних та інших видів інформації, але при цьому Ви не можете швидко поділитися своєю інформацією з іншими. Коли не було мереж, доводилося роздруковувати кожен документ, щоб інші користувачі могли працювати з ним, або в кращому випадку - копіювати інформацію на дискети. Одночасна обробка документа кількома користувачами виключалася. Подібна схема роботи називається робота в автономному середовищі.

Мережею називається група з'єднаних комп'ютерів та інших пристроїв.

Комп'ютери, що входять в мережу, можуть спільно використовувати:

- дані
- принтери
- факсимільні апарати
- модеми

Одною з визначальних ознак **локальної мережі** є наявність високошвидкісного каналу зв'язку, який на порядок перевищує швидкість передачі даних до периферійних пристроїв. Ця швидкість наближається до швидкості передачі даних системною шиною комп'ютера. В таких мережах швидкість обробки даних залежить в основному від швидкодії комп'ютерів, а не від швидкості передачі даних у каналі зв'язку. Якщо трактувати локальну мережу як один великий комп'ютер, який складається з багатьох окремих комп'ютерів, то цю систему можна з певними припущеннями назвати розподіленою інформаційною системою (**РІС**).

Найдорожчими в локальних мережах є пристрої обробки інформації (комп'ютери), а не комунікаційні пристрої. Ефективність локальних мереж визначається ефективністю використання прикладного програмного забезпечення.

Глобальні комп'ютерні мережі не обмежені якоюсь певною територією і охоплюють всю планету. Основним фізичним середовищем для передачі даних у глобальних мережах є звичайні телефонні лінії з низькою швидкістю передачі (1-3 Кбіт/с) та великим рівнем завад. Відповідно, швидкість передачі даних в цих мережах не перевищує можливостей ліній зв'язку і є значно нижчою від швидкості обробки даних в комп'ютері.

В ГKM найдорожчий елемент - обладнання та лінії зв'язку, які визначають ефективність та швидкість функціонування таких мереж. Швидкість обробки даних в комп'ютері тут практично несуттєва.

Різницю між можливостями локальних та глобальних мереж з погляду швидкості обробки даних в майбутньому можливо вдасться ліквідувати за допомогою технології **АТМ** (Asynchronous Transfer Mode - режим асинхронного передавання).

Технологія АТМ - технологія передачі комірок або трансляції комірок

Технологія асинхронного режиму передачі (Asynchronous Transfer Mode, АТМ) - технологія передачі даних є однією з перспективних технологій побудови високошвидкісних мереж (від локальних до глобальних). АТМ - це комунікаційна технологія, яка об'єднує принципи комутації пакетів і каналів для передачі інформації різного типу.

У технології АТМ інформація передається в комірках (cell) фіксованого розміру в 53 байта, з них 48 байт призначені для даних, а 5 байт - для службової інформації (для заголовка осередку АТМ). Осередки не містять адресної інформації та контрольної суми даних, що прискорює їх обробку і комутацію.

Переваги:

- одне з найважливіших достоїнств АТМ є забезпечення високої швидкості передачі інформації;
- АТМ усуває розходження між локальними і глобальними мережами, перетворюючи їх у єдину інтегровану мережу;
- стандарти АТМ забезпечують передачу різноманітного трафіку (цифрових, голосових і мультимедійних даних) по одним і тим же системам і лініях зв'язку.

Недоліки:

- висока вартість обладнання, тому технології АТМ гальмується наявністю більш дешевих технологій;
- високі вимоги до якості ліній передачі даних.

Регіональні комп'ютерні мережі (РКМ) (MAN - Metropolitan Area Networks) - це мережі масштабів району, міста, області, регіону. В залежності від конкретної реалізації ці мережі можуть створюватись і функціонувати на засадах локальних чи глобальних мереж.

Корпоративні комп'ютерні мережі (ККМ) - це об'єднання кількох ЛКМ одної організації чи підприємства у єдину мережу за допомогою ліній зв'язку ГKM.

3. Класифікація комп'ютерних мереж

Існує багато способів класифікації мереж. Управляє мережею або її сегментом мережевий адміністратор. У разі складних мереж їх права і обов'язки суворо розподілені, ведеться документація і протоколювання дій команди адміністраторів.

У його обов'язки входить забезпечення і контроль фізичного зв'язку, налаштування активного устаткування обладнання, налаштування загального спільного доступу і зумовленого набору програм, що забезпечують стабільну роботу мережі. Мережі класифікуються:

1. За розміром, охопленою територією

- Персональна (корпоративна) мережа (PAN – area network)
- Локальна мережа (LAN)
- Міська (регіональна) мережа (MAN - metropolitan)
- Національна мережа (National Backbone Network)
- Глобальна мережа (WAN)

2. За типом функціональної взаємодії

- ✓ Клієнт-сервер
- ✓ Багатошарова архітектура
- ✓ Точка-точка
- ✓ Однорангова (P2P)

3. За типом мережевої топології

- ❖ Загальна шина
- ❖ Зірка
- ❖ Кільце (в т.ч. подвійне)
- ❖ Дерево
- ❖ Лінійна топологія
- ❖ Змішана топологія
- ❖ Повно- або частковозв'язна топологія

Мережева топологія — опис конфігурації мережі, схема розташування і з'єднання мережевих пристроїв.

Мережева топологія може бути

- фізичною — описує реальне розташування і зв'язки між вузлами мережі.
- логічною — описує проходження сигналу в рамках фізичної топології.

- інформаційною — описує напрям направлення потоків інформації, що передаються по мережі.
- управління обміном — це принцип передачі права на захоплення ефіру мережі.

4. За функціональним призначенням

- Мережі зберігання даних
- Серверні ферми
- Мережі управління процесами
- Мережі SOHO (небольшая локальная сеть, которая может объединить компьютеры, телевизоры на платформе Smart TV, цифровые видеокамеры, плееры и так далее.)

5. За фізичним середовищем передавання

- з симетричним кабелем,
- з коаксіальним кабелем,
- з кабелем "кручена пара",
- з волоконно-оптичним кабелем,
- з інфрачервоним каналом,
- з мікрохвильовим каналом

6. за методом доступу до фізичного середовища передавання:

- з опитуванням,
- з маркерним доступом,
- із суперництвом,
- з уставлянням регістра

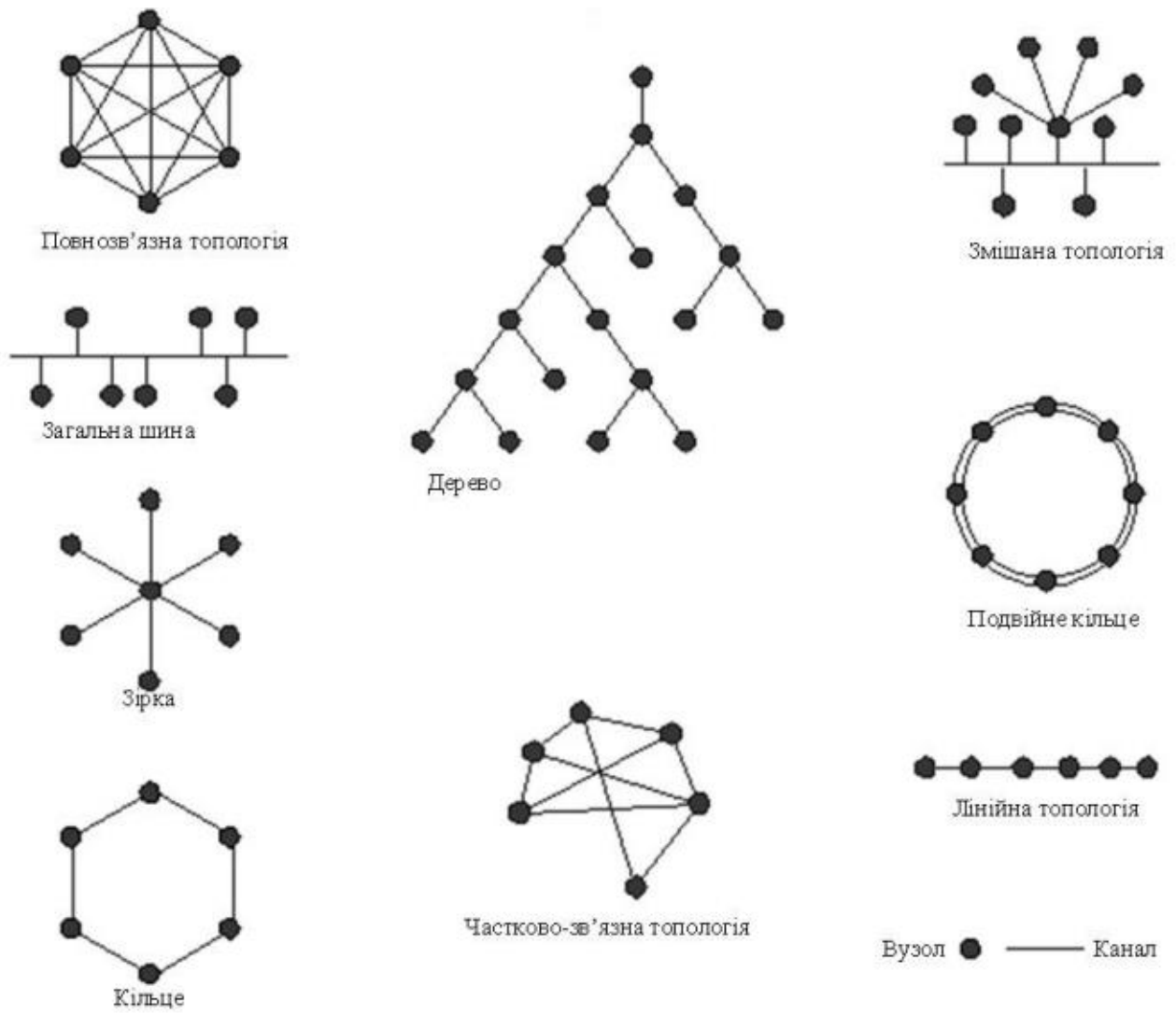


Рис. — Типи мережевих топологій

4. Технології побудови мережі

Комп'ютери можуть з'єднуватися між собою, використовуючи різні середовища доступу: мідні провідники (вита пара), оптичні провідники (оптоволоконні кабелі) і через радіоканал (безпроводні технології).

Провідні зв'язки встановлюються через Ethernet, безпроводні — через Wi-Fi, Bluetooth, GPRS і інші засоби. Окрема локальна мережа може мати шлюзи з іншими локальними мережами, а також бути частиною глобальної мережі (наприклад, Інтернет) або мати підключення до неї.

Ethernet (от англ. *ether* «эфир») — пакетная технология передачи данных преимущественно локальных компьютерных сетей. Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3. Ethernet стал самой распространённой технологией локальных вычислительных сетей в середине 1990-х годов, вытеснив такие устаревшие технологии, как Arcnet, FDDI и Token ring.

□ Сетевой шлюз — сетевое устройство или программное средство для сопряжения разнородных сетей. □ Интернет-шлюз — программа или оборудование, организующее доступ из локальной сети в Интернет.

Найчастіше локальні мережі побудовані на технологіях Ethernet або Wi-Fi.

Для побудови маршрутизації простої локальної мережі використовуються

- маршрутизатори,
- комутатори,
- точки безпроводного доступу,
- безпроводні маршрутизатори,
- модеми
- мережеві адаптери.

Рідше використовуються:

- перетворювачі середи,
- підсилювачі сигналу (повторювачі різного роду)
- спеціальні антени.

Бездротова локальна мережа (англ. Wireless Local Area Network, WLAN) — це мережа, передача даних в якій здійснюється через радіоефір. Вона зберігає в собі всі властивості звичайної локальної мережі. Міська мережа (metropolitan area network, MAN) — об'єднує комп'ютери в межах міста. Найпростішим прикладом міської мережі є система кабельного телебачення. Вона стала наслідувачем звичайних антенних мереж в тих місцях, де з тих або інших причин якість ефіру була дуже низькою.

Загальна антена в цих системах встановлювалася на будь-якій вершині і сигнал передавався в будинки абонентів. Коли Інтернет став привертати до себе масову аудиторію, оператори кабельного телебачення зрозуміли, що внівши невеликі зміни до системи, можна зробити так, щоб по тих же каналах в неживаній частині частці спектру передавалися (причому в обидва боки) цифрові дані. З того часу кабельне телебачення почало поступово перетворюватися на MAN. MAN – це не тільки кабельне телебачення. Нещодавні розробки, пов'язані з високошвидкісним бездротовим доступом в Інтернет, привели до створення інших MAN, які описані в стандарті IEEE 802.16 про широкосмугові бездротові мережі.

5. Типи комп'ютерних мереж

Сьогодні, як і 10 років тому, існує два **типи мережі** - однорангова та мережа на основі сервера. Кожна з них має як переваги, так і недоліки.

Однорангову мережу побудувати дуже просто. Найголовніша характеристика такої мережі - всі вхідні в її склад комп'ютери працюють самі по собі, тобто ними ніхто не управляє.

Фактично тимчасова мережа виглядає як певна кількість комп'ютерів, об'єднаних за допомогою одного з типів зв'язку. Саме відсутність керуючого комп'ютера - сервера - робить її побудова дешевим і досить ефективним. Однак самі комп'ютери, що входять в однорангову мережу, повинні бути достатньо потужними, щоб справлятися з усіма основними і додатковими завданнями (адміністративними, захистом від вірусів і т. д.).

У однорангової мережі використовуються загальні ресурси, файли, принтери, модеми і т. п. Однак через відсутність керуючого комп'ютера кожен користувач ресурсу, що має самостійно встановлювати правила і методи його використання.

Мережа на основі сервера - найбільш часто використовуваний тип мережі.

Як зрозуміло з назви, дана мережа використовує один або кілька серверів, що здійснюють контроль за всіма робочими місцями. Як правило, сервер характеризується великою потужністю і швидкодією, необхідними для

виконання поставлених завдань, будь то робота з базою даних або обслуговування інших запитів користувачів. Сервер оптимізований для швидкої обробки запитів від користувачів, володіє спеціальними механізмами програмного захисту і контролю. Достатня потужність серверів дозволяє знизити вимогу до потужності клієнтської машини.

За роботою мережі на основі сервера зазвичай стежить спеціальна людина - *системний адміністратор*. Він відповідає за регулярне оновлення антивірусних баз, усуває виниклі неполадки, додає і контролює загальні ресурси і т.п.

Кількість робочих місць в такій мережі може бути різним - від декількох до сотень або тисяч комп'ютерів. З метою підтримки продуктивності мережі на необхідному рівні при зростанні кількості підключених користувачів встановлюються *додаткові сервери*. Це дозволяє оптимально розподілити обчислювальну потужність.

Не всі сервери виконують однакову роботу. Існують **спеціалізовані сервери**, які дозволяють автоматизувати або просто полегшити виконання тих чи інших завдань.

Файл-сервер. Призначений, в основному, для зберігання різноманітних даних, починаючи з офісних документів і закінчуючи музикою та відео. Зазвичай на цьому сервері створюються особисті папки користувачів, доступ до яких мають лише вони (або інші користувачі, які отримали право на доступ до документів цієї папки). Для управління таким сервером використовується будь-яка мережева операційна система, рівнозначна Windows NT 4.0.

Принт-сервер. Головне завдання даного сервера - обслуговування мережеских принтерів і забезпечення доступу до них. Дуже часто, з метою економії коштів, файл-сервер і принт-сервер поєднують в один сервер.

Сервер бази даних. Основне завдання такого сервера - забезпечити максимальну швидкість пошуку і запису потрібних даних до бази даних або отримання даних з неї з подальшою передачею їх користувачеві мережі. Це найпотужніші з усіх серверів. Вони володіють максимальною продуктивністю, тому що від цього залежить комфортність роботи всіх користувачів. Маючи виділений сервер або сервери, легко забезпечити резервне копіювання, що є першочерговим завданням, якщо в мережі присутній сервер бази даних.

Сервер додатків. Це проміжний сервер між користувачем і сервером бази даних. Як правило, на ньому виконуються ті з запитів, які вимагають

максимальної продуктивності і повинні бути передані користувачеві, не зачіпаючи ні сервер бази даних, ні для користувача комп'ютер. Це можуть бути як часто запитувані з бази дані, так і будь-які програмні модулі.

Інші сервери. Крім перерахованих вище, існують інші сервери, наприклад поштові, комунікаційні, сервери-шлюзи і т. д.

6. Стандартизація у комп'ютерних мережах

Створення, розвиток та поширення використання комп'ютерних мереж були б неможливими без використання однакових правил передачі та обробки даних - стандартів.

Основними організаціями, які розробляють та сприяють впровадженню стандартів в галузі комп'ютерних мереж є:

1. *Міжнародний телекомунікаційний союз (МТС) (ITU - International Telecommunication Union).* Стандарти МТС поділяються на серії. Стандарти кожної серії присвячені одній тематиці і позначаються великою літерою латинського алфавіту. Після літери ставиться крапка і номер стандарту. Так, наприклад, літерою V позначаються стандарти щодо передавання даних телефонними каналами, літерою X - стандарти щодо мереж передавання даних, літерою Q - стандарти щодо телефонної комутації та сигналізації.

2. *Технічний комітет 97 - комітет міжнародної організації зі стандартизації (ISO - International Standard Organization).* Технічний комітет розробляє стандарти щодо опрацювання інформації за допомогою ЕОМ. Стандарти цієї організації позначаються чотиризначним числом та суфіксом ISO. Так, наприклад, стандарт, який стосується протокольного стеку TCP/IP має позначення 7498 ISO

3. *Комісія з питань діяльності Internet (IAB - Internet Activities Board) - розробляє стандарти щодо діяльності Internet*

Дотримання стандартів, які розроблені цими організаціями, обов'язкове під час проектування, створення та експлуатації будь-яких комп'ютерних мереж.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Які міжнародні організації і який саме внесок зробили у вирішення проблеми створення всесвітньої комп'ютерної мережі Інтернет?
2. З яких компонентів складаються сучасні комп'ютерні мережі?
3. Чим відрізняються поняття топології КМ від топології фізичних зв'язків?
4. Що являє собою поняття масштабу КМ?

Середовища передавання даних

План

1. Структура ланки передавання даних
2. Ефірне середовище
3. Коаксіальний кабель
4. Волоконно-оптичний кабель
5. Кабель "скручена пара"
6. Плоский кабель

1. Структура ланки передавання даних

Канали зв'язку у мережах складаються з ланок передавання даних, які за сучасного рівня розвитку технічних засобів мають наступну структуру (рис.):

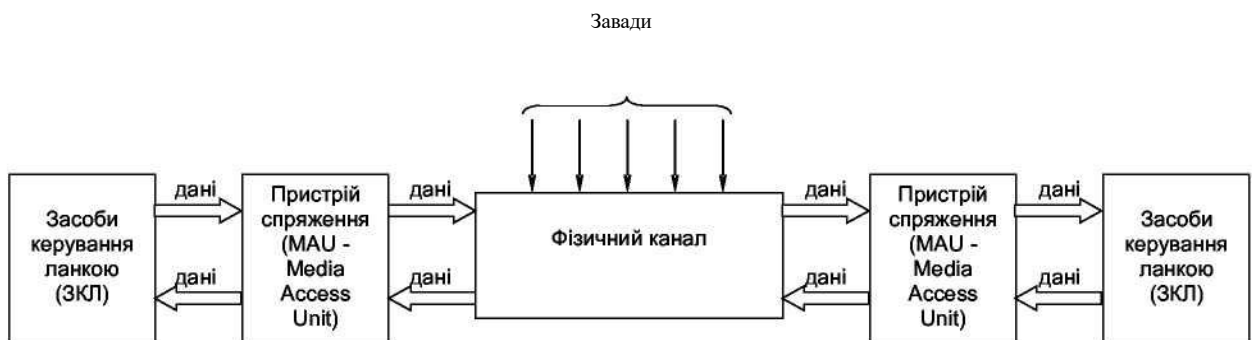


Рис.. Структура ланки передавання даних

Призначення кожного елементу цієї структури повністю описується його назвою.

Дані ланкою можуть передаватись в обох напрямках.

В залежності від послідовності передавання даних в обох напрямках ланки розрізняють такі режими роботи: симплексний (почерговий) (simplex), напівдуплексний (duplex) та дуплексний (одночасний) (full duplex).

Канал зв'язку складається з ланок передавання даних та каналоуворюючого обладнання, причому у кожному сеансі склад ланок в каналі може бути різним в залежності від обраного маршруту зв'язку.

Канал зв'язку у телекомунікації - одно- або двонаправлений спосіб передавання даних між двома або більше точками зі спільним середовищем.

Кожний канал зв'язку організований за принципом часового (time division) або частотного (frequency division) поділу.

У випадку часового поділу через рівні проміжки часу лінією зв'язку посилається кадр (фрейм), розділений усередині на фіксоване число слотів (за кількістю користувачів). Кожному користувачеві виділяється фіксований слот усередині кожного кадру. Частотний поділ полягає у виділенні кожному користувачеві фіксованої частотної смуги пропускання всередині заданого діапазону частот.

Основним елементом ланки передавання даних є фізичний канал, характеристики і властивості якого залежать від середовища передавання.

Зараз в комп'ютерних мережах використовують наступні середовища передавання: ефір, мідні проводи, оптичні середовища.

Через ефір здійснюється радіозв'язок і лазерний зв'язок. До проводових середовищ відносяться телефонні проводи і кабелі, спеціалізовані кабелі (коаксіальний, "кручена пара", плаский кабель). Оптичні середовища передавання представлені різними типами волоконно-оптичних кабелів.

2. Ефірне середовище

В залежності від частоти несучого сигналу розрізняють наступні види каналів:

- радіоканал (несуча частота -...). Вартість обладнання - середня. Швидкість передавання від 20 до 150 Кбіт/с. Підлягає впливові усіх видів завад. Відстань зв'язку визначається радіо-досяжністю. Використовується в основному в пересувних об'єктах;
- інфрачервоний канал (несуча частота -...). Достатньо дешеве обладнання. Швидкість передавання від 2 до 4 Мбіт/с. Нечутливий до електромагнітних завад. Відстань зв'язку визначається прямою оптичною видимістю але не перевищує 3км. Недоліком є недовговічність апаратури;
- ультрахвильовий канал (несуча частота - ...). Швидкість передавання від 20 до 40 Мбіт/с. Нечутливий до завад. Відстань зв'язку визначається прямою оптичною видимістю і не перевищує 1,5 км;
- мікрохвильовий канал (несуча частота -...). Обладнання дуже дороге. Швидкість передавання до 20 Гбіт/с. Відстань зв'язку визначається радіо-досяжністю але не перевищує 20 км. Недоліком є

недосконалість апаратури.

3. Коаксіальний кабель

Досить дешево і поширене в недалекому минулому середовище передавання. Завдяки своїй конструкції (рис.) має велику механічну міцність. Їх можна прокладати відкрито будівельними конструкціями (стінами, стелями, підлогою) без додаткового механічного захисту

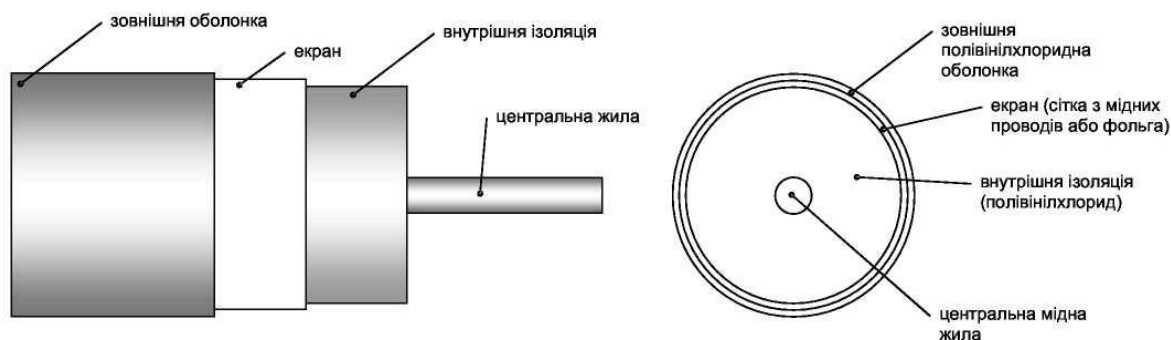


Рис.. Конструкція коаксіального кабелю

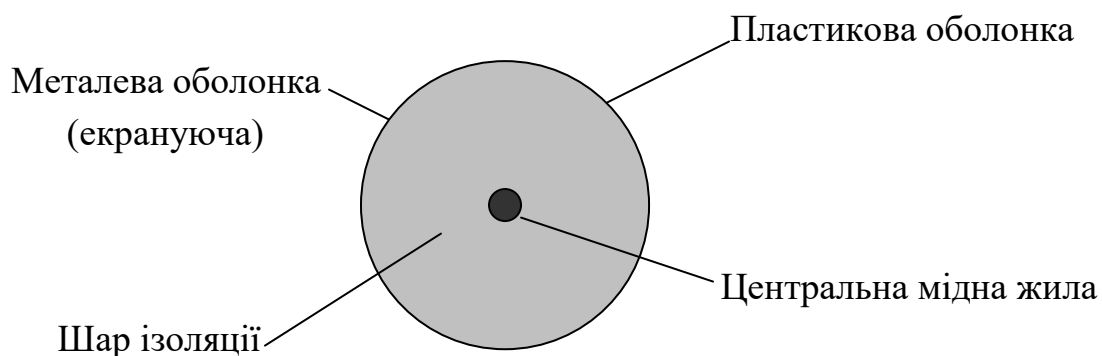


Рис. 2.1. Структура коаксіального кабелю

В зв'язку з великим загасанням сигналу в них коаксіальні кабелі практично зовсім перестали використовуватись для створення сучасних комп'ютерних мереж, оскільки на великих відстанях (понад 50 м) вимагають додаткового підсилення сигналу. Термін служби коаксіальних кабелів також обмежений і складає 10-12 років.

4. Волоконно-оптичний кабель

За своєю конструкцією і зовнішнім виглядом волоконно-оптичні кабелі подібні до коаксіальних, але на відміну від них не мають екрану. Центральна жила кабелю (або пучок жил) виготовлена з надпрозорої пластмаси. Кабель має низьку механічну міцність і повинен прокладатись у спеціальних конструкціях (каналах, лотках, коробах). Світловий потік в такому кабелі створюється або малопотужними лазерами або суперлюмінісцентними світлодіодами.

Волоконно-оптичні кабелі зовсім не чутливі до електромагнітних завад і мають високі характеристики як середовище передавання.

Волоконно-оптичні кабелі дозволяють передавати дані зі швидкістю до 1 Гбіт/с на відстань до 110 км.

Недоліком цього типу середовища передавання є поки що висока вартість кабелів та обладнання.

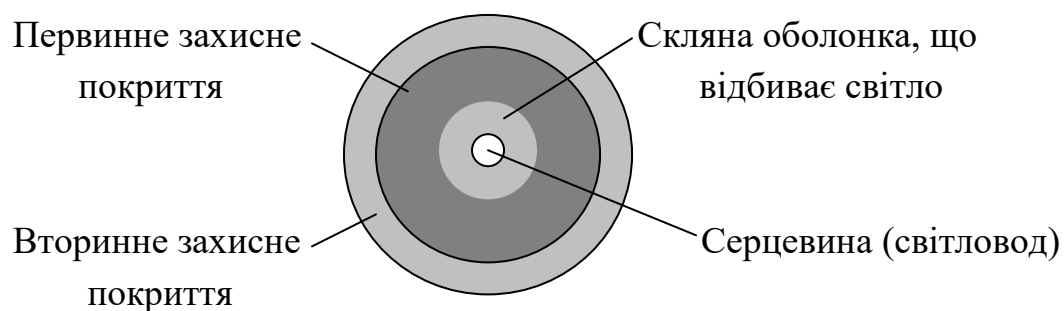


Рис. 2.2. Структура жили волоконно-оптичного кабелю

5. Кабель "скручена пара"

Кабель "скручена пара" є зараз найпоширенішим середовищем передавання у локальних комп'ютерних мережах завдяки своїй відносно невеликій вартості та високим електричним характеристикам.

Конструктивно кабель "скручена пара" складається з чотирьох пар мідних ізольованих провідників скручених між собою по довжині. В кожній парі провідники також скручені між собою. Цим досягається незалежність сигналів (навіть малої амплітуди), що передаються кабелем, від впливу зовнішніх електромагнітних завад. Така незалежність дозволяє передавати сигнали без проміжного підсилення на відносно велику відстань (до 2 км) з достатньо великою швидкістю (до 1 Гбіт/с).

В залежності від конструкції кабелі поділяють на:

- неекрановані (UTP - Unshielded Twisted Pair);
- фольговані (FTP - Folded Twisted Pair);
- екрановані (STP - Shielded Twisted Pair).

Механічна міцність кабелю дуже низька із-за необхідності під час монтажу та експлуатації забезпечувати збереження геометрії розташування провідників всередині кабелю. Порушення цієї геометрії призводить до погіршення його електричних характеристик. З цієї причини кабель "скручена пара" повинен прокладатись виключно у спеціальних коробах з дотриманням усіх необхідних технологічних вимог.

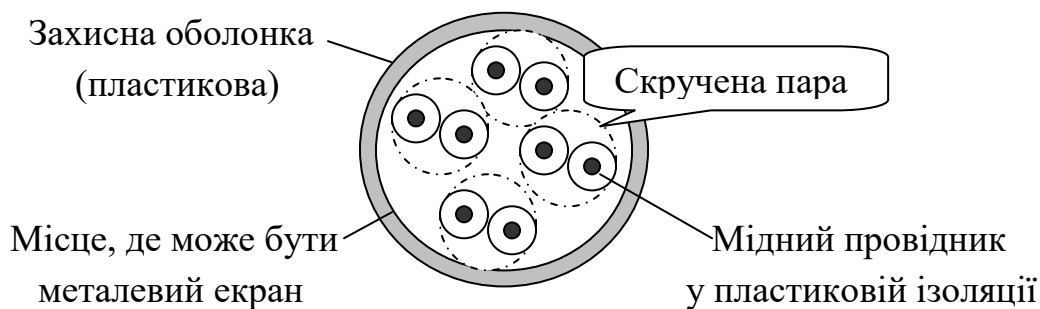


Рис. 2.3. Структура кабелю типу скручена пара

6. Плaskий кабель (шлейф)

Плaskий кабель складається з окремих мідних круглих чи плaskих провідників (до 80-ти), розташованих в одній площині у спільній ізоляційній оболонці (рис .10).

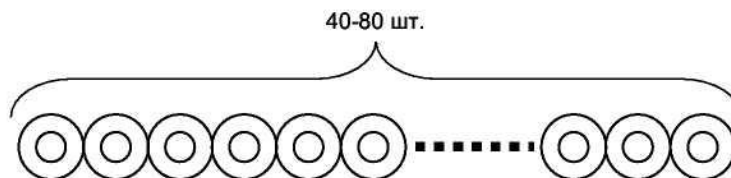


Рис. 10. Конструкція плaskого кабелю (шлейфу)

В залежності від призначення кабель може мати спільний для всіх провідників екран. Теоретично такий кабель можна використовувати для передачі сигналів на відстань до 15 м, але в практиці такий кабель у вигляді

шлейфів довжиною до 40 см використовують всередині процесорного блока чи периферійного пристрою для з'єднання елементів, які монтуються не на материнській платі, з роз'ємами на самій платі, або для рухомих елементів (як, наприклад, друкуючої головки в матричному принтері).

Для оцінки можливостей каналів зв'язку незалежно від типу фізичного середовища та методів їх побудови використовують наступний ряд характеристик.

- **Перепускна здатність** – це максимальне значення швидкості передавання даних у каналі зв'язку, яку можна було б досягти теоретично при умові вибору найкращих (можливо реально не існуючих) методів кодування та модуляції. Формули для обчислення перепускної здатності надано у додатку 3.
- **Максимальна швидкість передавання даних** – це найбільша швидкість, яку можна досягти в умовах існуючих апаратних та технологічних обмежень конкретної системи.
- **Надійність** – це здатність системи нормально працювати при умові можливості тимчасової або повної втрати працездатності. Оцінюють надійність за допомогою параметрів що базуються на результатах статистичних досліджень. До таких параметрів у першу чергу слід віднести середню тривалість безвідмовної роботи та ймовірність безвідмовної роботи. Останній використовується для систем, у яких можлива короткочасна втрата працездатності, що ліквідується сама по собі.
- **Затримка** – це проміжок часу від початку передавання сигналу до моменту надходження сигналу на вхід приймача. Цей параметр обумовлений швидкістю розповсюдження сигналів у фізичному середовищі і залежить від довжини шляху, який проходять сигнали. У практичних розрахунках цю швидкість вважають рівною швидкості світла у вакуумі.
- **Завадостійкість** – це властивість зберігати вірність передавання інформації в умовах дії завад. Для оцінки завадостійкості прийнято користуватись значенням ймовірності помилки у передаванні біта або байта.
- **Вартість передавання даних** залежить від витрат на створення та обслуговування власного каналу або від цінової політики власника каналів. Існує декілька варіантів плати за користування каналами зв'язку. Канали можна брати в оренду. При цьому сплачується щомісячна орендна

плата за тарифом, що встановлює власник (на Україні це “Укртелеком”). Можлива угода про щомісячну плату за обсяг переданих та/або прийнятих даних з урахуванням обмежень на максимальну швидкість передавання. Можливе надання каналу з обмеженням максимальної швидкості без урахування обсягу переданих даних. У каналах що побудовані за технологією Frame Relay плата береться залежно від гарантованої швидкості передавання даних. Найбільш складною є система оплати послуг за технологією ATM (Asynchronous Transfer Mode), де враховується багато параметрів, що гарантують користувачеві необхідну якість зв’язку.

Архітектурні принципи побудови комп'ютерних мереж

Зміст

1. Основні визначення та поняття
2. Семирівнева модель взаємодії відкритих систем
3. Основні функції протоколів різних рівнів
4. Модель OSI і реальні протоколи
5. Модель DOD
6. Сімейство TCP/IP

1. Основні визначення та поняття

Розглядаючи питання створення та експлуатації комп'ютерних мереж слід мати на увазі наступні визначення та поняття:

- реальна система (real system) - сукупність одної або кількох ЕОМ, програмного забезпечення, периферійного обладнання, терміналів та персоналу, яка повністю автономна, отримує та передає дані;
- реальна остаточна система (real end system) - реальна система, яка виконує в мережі функції станції даних, тобто є джерелом або приймачем даних;
- відкрита система (open system) - система, яка побудована і функціонує з дотриманням вимог міжнародних стандартів;
- комунікаційна система (communication system) - реальна відкрита система, яка забезпечує обмін даними між абонентськими системами у відкритій інформаційній системі;
- абонентська система (user system) - реальна відкрита система, яка є постачальником або споживачем ресурсів мережі, забезпечує доступ до них користувачів і керує взаємозв'язком відкритих систем;



Рис. 1 – Відкрита інформаційна система

- середовище зв'язку відкритих систем (open system interchange environment) - сукупність функцій, які дають можливість реальним відкритим системам обмінюватись даними відповідно до міжнародних стандартів.

Зв'язок між деякими основними поняттями у відкритій інформаційній системі ілюструє схема на рис.1.

2. Семирівнева модель взаємодії відкритих систем

Модель взаємодії відкритих систем (*Open System Interconnection, OSI*) була розроблена Міжнародною організацією зі стандартизації на початку 80-х років. У відповідності до **стандарту 7498 ISO** - (ISO - International Standard Organization) процес обробки даних під час передавання їх у сеансі зв'язку відкритих систем поділений на сім рівнів, перелічених нижче:

- рівень 7 - прикладний;
- рівень 6 - відображення;
- рівень 5 - сеансовий;
- рівень 4 - транспортний;
 - рівень 3 - мережевий;
 - рівень 2 - канальний;
 - рівень 1 - фізичний.

Передавання даних з використанням семирівневої моделі взаємодії відкритих систем відбувається так, як це наведено на рис.2 та рис.3

Кожен рівень може взаємодіяти лише зі своїми сусідами і виконувати відведені тільки йому функції.

Рівні взаємодіють згори вниз і знизу догори за допомогою **інтерфейсів** і можуть ще взаємодіяти з таким же рівнем іншої системи за допомогою **протоколів**.

Мережева модель OSI — абстрактна модель для мережевих комунікацій і розробки мережевих протоколів. Представляє собою рівневий підхід до мережі.

Кожен рівень обслуговує свою частину процесу взаємодії. Завдяки такій структурі спільна робота мережевого устаткування і програмного забезпечення набагато простіша і зрозуміліша.

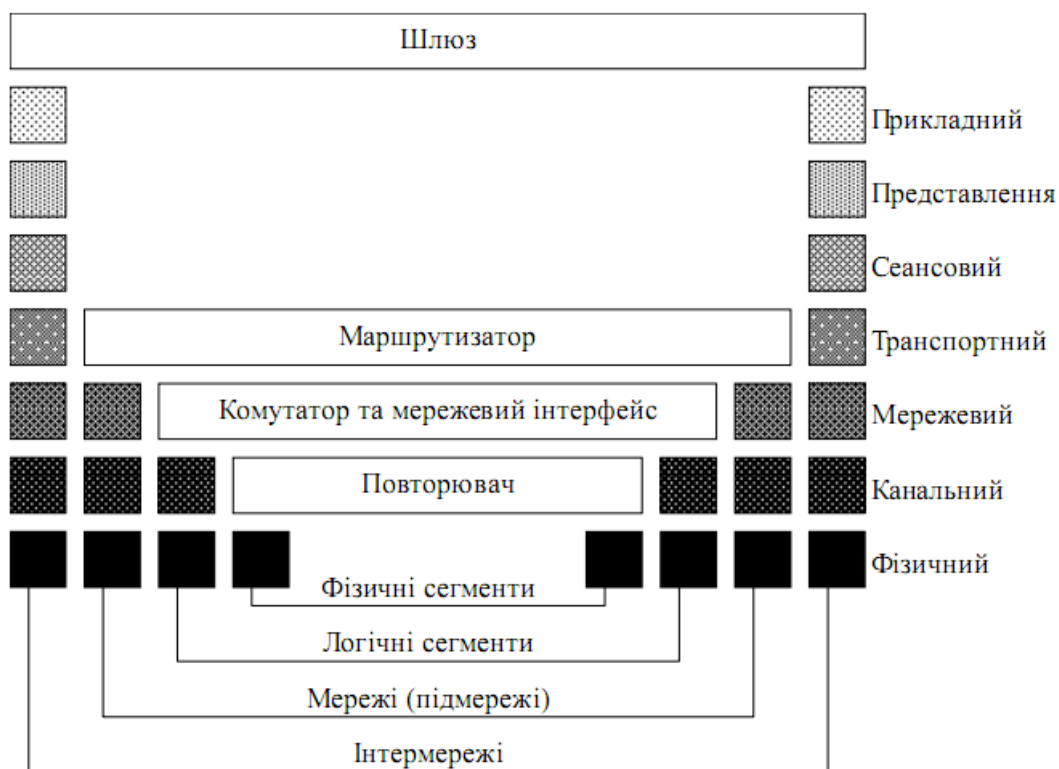


Рис.2. Схема передавання даних з використанням семирівневої моделі

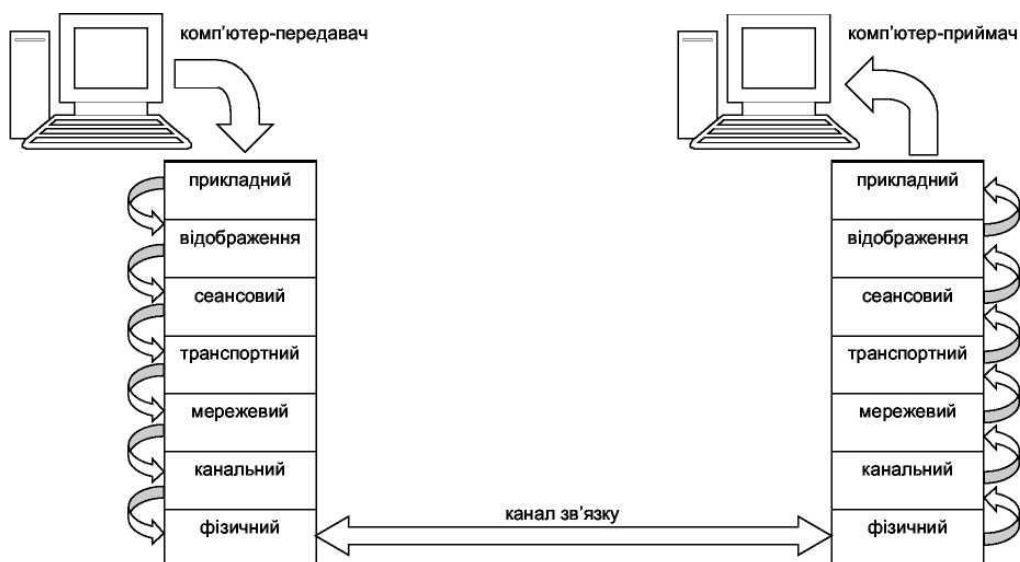


Рис.3. Передавання даних з використанням семирівневої моделі взаємодії відкритих систем

3. Основні функції протоколів різних рівнів

Передусім потрібно зрозуміти суть часто використовуваного в подальшому поняття "протокол".

Протокол - це набір правил, угод, сигналів, повідомлень і процедур, який регламентує взаємодію між двома пристроями (зокрема формати і процедури обміну даними). Розрізняють протоколи нижнього і верхнього рівнів, а також; стеки протоколів, протоколи можна підтримувати і реалізовувати апаратно, програмно та апаратно-програмно.

Стек протоколів — ієрархически організований набір сетевих протоколів, достаточний для організації взаємодії вузлів в мережі.

Наиболее популярные стеки протоколів: TCP/IP, IPX/SPX, NetBIOS/SMB, DECnet и SNA. Більшість протоколів (все из перерахункованих, крім SNA) однаково на фізическом и на каналном рівні, но на других рівнях как правило используют разные протоколы.

Зараз використання семирівневої моделі взаємодії відкритих систем стало стандартом у комп'ютерному зв'язку (і не лише). У відповідності зі стандартом 7498 ISO обробка даних на різних рівнях цієї моделі відбувається у відповідності з протоколами цих рівнів. На різних рівнях моделі протоколи виконують різні функції.

Зведені дані щодо протоколів різних рівнів моделі взаємодії відкритих систем наведені в табл.1.

Таблиця 1

Рівні моделі взаємодії відкритих систем

№ рівн	Рівень	Англійська назва рівня	Основні задачі	Приклади протоколів
7	Прикладний	A - Application	Форми взаємодії прикладних процесів	TP, TELNET, HTTP, gopher, Telnet, DNS, DHCP, SMTP, SNMP, CMIP, FTP,
6	Відображення	P - Presentation	Перетворення даних	ASN.1, XML-RPC, TDI, XDR, SNMP,
5	Сеансовий	S - Session	Організація та проведення діалогу	SMTP
4	Транспортний	T - Transport	Налагодження наскрізних сполучень	TCP

3	Мережевий	N - Network	Прокладання сполучень між системами	IP
2	Канальний	DL - Data Link	Передавання між суміжними системами	STP, ARCnet, ATM., DTM, SLIP, SMDS, Ethernet, FDDI, Frame Relay, LocalTalk, Token ring
1	Фізичний	PL - Physical Link	Спряження з фізичними середовищами передавання	Ethernet, Token Ring, Novell

У третьому стовпчику табл.1 наведено англійські скорочені та повні назви рівнів, оскільки вони часто зустрічаються в літературних джерелах, а в четвертому - основні функції протоколів цих рівнів.

Протоколи рівнів 1-3 керують фізичною доставкою даних мережею і їх називають рівнями середовища передавання даних.

Верхній (7-й) прикладний рівень моделі (Application layer) забезпечує взаємодію мережі і користувача. Рівень дозволяє програмам користувача доступ до мережевих служб, таким як обробник запитів до баз даних, доступ до файлів, пересилки електронної пошти. Також цей рівень відповідає за передачу службової інформації, надає програмам інформацію про помилки і формує запити до рівня представлення. Приклад: HTTP, POP3, SMTP

Рівень представлення (відображення) 6 (Presentation layer) відповідає за перетворення протоколів і кодування/декодування даних. Запити програм, отримані з рівня програм, він перетворить у формат для передачі по мережі, а отримані із мережі дані перетворить у формат, зрозумілий програмам. На цьому рівні може здійснюватися стиснення або кодування/декодування даних, а також перенаправлення запитів іншому мережевому ресурсу, якщо вони не можуть бути оброблені локально.

5-й сеансовий рівень (Session layer) моделі відповідає за підтримку сеансу зв'язку, дозволяючи програмам взаємодіяти між собою тривалий час. Рівень управляє створенням/завершенням сеансу, обміном інформацією, синхронізацією задач, визначенням права на передачу даних і підтримкою сеансу в періоди неактивності програм. Синхронізація передачі забезпечується

розміщенням в потік даних контрольних точок, починаючи з яких при порушенні взаємодії процес поновлюється.

4-й транспортний рівень (Transport layer) моделі, призначений для доставки даних без помилок, втрат і дублювання в тій послідовності, в якій вони були передані. При цьому неважливо, які дані передаються, звідки і куди, тобто цей рівень надає сам механізм передачі. Блоки даних він розділяє на фрагменти, розмір яких залежить від протоколу, короткі об'єднує в один, а довгі розбиває. Протоколи цього рівня призначені для взаємодії типу точка-точка. Приклад: TCP, UDP.

3-й мережевий рівень (Network layer) мережевої моделі OSI, призначений для визначення шляху передачі даних. Відповідає за трансляцію логічних адрес і імен у фізичні, визначення найкоротших маршрутів, комутацію і маршрутизацію, відстеження похибок і заторів в мережі. На цьому рівні працює такий мережевий пристрій, як маршрутизатор.

Канальний рівень (Data Link layer) призначений для забезпечення взаємодії мереж на фізичному рівні і контролі за помилками, які можуть виникнути. Отримані з фізичного рівня дані він упаковує у фрейми, перевіряє на цілісність, якщо потрібно виправляє помилки (надсилає запит на повторне надсилання кадру, який виявився пошкодженим) і відправляє на мережевий рівень. На цьому рівні працюють комутатори та мости.

У програмуванні цей рівень представляє собою драйвер мережевого пристрою, в операційних системах є наявний програмний інтерфейс взаємодії канального і мережевого рівнів між собою, це не новий рівень, а просто реалізація моделі для конкретної ОС. Приклади зразки таких інтерфейсів: ODI, NDIS.

Найнижчий фізичний рівень (Physical layer) моделі, призначений безпосередньо для передачі потоку даних. Здійснює передачу електричних або оптичних сигналів в кабель або в радіоефір, а також їх прийом і перетворення в біти даних відповідно до методів кодування цифрових сигналів. Іншими словами, здійснює інтерфейс між мережевим носієм і мережевим пристроєм. На цьому рівні працюють концентратори (хаби), повторювачі (ретранслятори) сигналу і медіаконвертори.

Функції фізичного рівня реалізуються на всіх пристроях, підключених до мережі. З боку комп'ютера функції фізичного рівня виконуються мережевим адаптером або портом зв'язку. До фізичного рівня відносяться фізичні, електричні і механічні інтерфейси між двома системами. Фізичний рівень

визначає такі властивості середовища мережі передачі даних як оптичне волокно, вита пара, коаксіальний кабель, супутниковий канал передачі даних і тому подібне.

Стандартними типами мережевих інтерфейсів, що відносяться до фізичного рівня, є такі: V.35, RS-232C, RJ-11, RJ-45, роз'єми AUI і BNC.

4. Модель OSI і реальні протоколи

Семирівнева модель OSI була створена для того, щоб майбутні розробники телекомунікаційних протоколів спирались на неї як на стандарт, але містить ряд недоліків і є теоретичною. Були спроби будувати мережі в точній відповідності із моделлю OSI, але створені таким чином мережі були дорогими, ненадійними і незручними в експлуатації. Стек протоколів, який було розроблено відповідно до моделі OSI, практично не знайшов свого місця у реальних мережах. Фактично стандарт 7498 ISO у повній мірі не було впроваджено.

Основний недолік OSI — непродуманий транспортний рівень. На ньому OSI дозволяє обмін даними між програмами (вводячи поняття порту — ідентифікатора програми), однак, можливість обміну простими дейтаграмами (за типом UDP) у OSI не передбачена — транспортний рівень повинен утворювати з'єднання, забезпечувати доставку, управляти потоком і тому подібне (за типом TCP). Однак, реальні протоколи таку можливість реалізують.

Дейтаграмма (англ. *datagram*), також **датаграмма** — блок інформації, посланий як пакет мережевого рівня через передаючу среду без попереднього встановлення з'єднання і створення віртуального каналу. Датаграмма представляє собою одиницю інформації в протоколі (*protocol data unit*, PDU) для обміну інформацією на мережевому (в разі протоколу IP, IP-датаграмми) і транспортному (в разі протоколу UDP, UDP-датаграмми) рівнях еталонної моделі OSI.

Реальні мережеві протоколи, які використовуються в існуючих мережах, вимушені відхилятися від неї, забезпечуючи непередбачені можливості, тому прив'язка деяких з них до рівнів OSI є умовною: певні протоколи займають декілька рівнів моделі OSI, функції забезпечення надійності реалізовані на декількох рівнях моделі OSI.

5. Модель DOD

Модель DOD (англ. Department of Defense — Міністерство оборони США) — стек протоколів TCP/IP використовує спрощену модель OSI.

Модель DOD складається з чотирьох рівнів — рівня мережевого інтерфейсу (Network Access), відповідного першим двом рівням моделі OSI, міжмережевого рівня (internet), відповідного «мережевому» рівню моделі OSI, транспортного рівня (Host-to-Host), відповідного «Транспортному» рівню моделі OSI і рівня програм (Process/Application), відповідного трьом верхнім рівням моделі OSI.

Перед початком процесу передавання файл даних чи потік даних розбивається на фрейми розміром, наприклад 64К. Кожний фрейм передається окремо (рис.4).

До недавнього часу в практиці організації комп'ютерного зв'язку широко використовувалась модель взаємодії відкритих систем DoD (Department of Defence) міністерства оборони США. На рис.4 наведено схему процесу обробки даних у відповідності до цієї моделі.

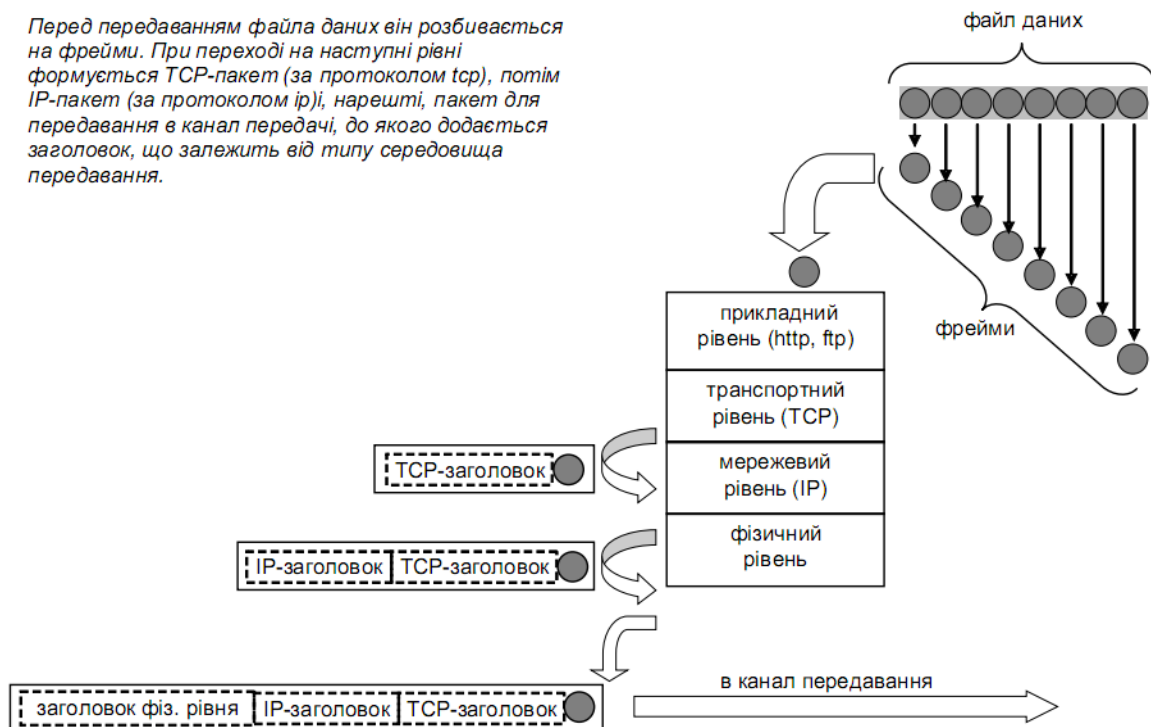


Рис.4. Обробка фреймів пакету на різних рівнях чотирирівневої моделі зв'язку відкритих систем DoD

6. Сімейство TCP/IP

На сьогодні основним сімейством протоколів Інтернет є TCP/IP, розробка якого не була пов'язана з моделлю OSI.

Сімейство TCP/IP має два транспортні протоколи: **TCP** (Transmission Control Protocol), повністю відповідний OSI, такий, що забезпечує перевірку отримання даних, і **UDP** (User Datagram Protocol), що відповідає транспортному рівню тільки наявністю порту, забезпечує обмін дейтаграмами між програмами, не гарантує отримання даних.

(У сімействі TCP/IP є ще близько двохсот протоколів, найвідомішим з яких є ICMP; але вони службові — використовуються для внутрішніх потреб забезпечення роботи мережі, а не транспортні.)

Сімейство протоколів TCP/IP було вперше введене в широкий вжиток в 1970-х та стандартизоване в 1982 році. Розглядаючи будь-яке програмне забезпечення, що працює в Інтернет та здійснює певний обмін даними з логічно віддаленими вузлами, можна бути впевненим, що це робиться за допомогою TCP, або UDP, або обома.

Приклади програмного забезпечення, що використовує TCP: простір WWW/FTP, електронна пошта, мережі обміну миттєвими повідомленнями, однорангові мережі. UDP більше всього використовується для запитів DNS, IP-телефонії та інших служб VOIP чи потокового мультимедійного контенту, ігри через Інтернет — таким чином покриваючи всі головні області повсякденної роботи Інтернет.

DNS (англ. *Domain Name System* — система доменных имён) — компьютерная распределённая система для получения информации о доменах. Чаще всего используется для получения IP-адреса по имени хоста (компьютера или устройства), получения информации о маршрутизации почты, обслуживающих узлах для протоколов в домене

VoIP (англ. *voice over IP*) — технология передачи медиа даних в реальному часі за допомогою сімейства протоколів TCP/IP. IP-телефонія — система зв'язку, при якій аналоговий звуковий сигнал від одного абонента дискретизується (кодується в цифровий вигляд), компресія і пересилається по цифрових каналах зв'язку до другого абонента, де проводиться зворотна операція — декомпресія, декодування і відтворення аналогового сигналу.

IP-телефонія — це технологія, що дозволяє використовувати будь-яку IP-мережу як засіб організації та ведення телефонних розмов, передачі відеозображень та факсів у режимі реального часу.

При відправленні або отриманні електронної пошти відбувається передача «пакета» інформації через мережу Інтернет. Аналогічним чином працює й IP-телефонія. Створення

«пакетів» — перетворення аналогових (зокрема, звукових) сигналів у цифрові, їх стискання, передачу мережею Internet і зворотнє перетворення в аналогові відбувається завдяки існуванню протоколу передачі даних через Інтернет (IP — Internet Protocol), звідси і назва «IP-телефонія».

Стек протоколів TCP/IP (англ. Transmission Control Protocol/Internet Protocol) — збірна збиральна назва для мережевих протоколів різних рівнів, які використовуються в мережах.

У моделі OSI даний стек реалізує всі рівні і ділиться сам на 4 рівні: прикладний, транспортний, міжмережевий, рівень доступу до мережі (у OSI це рівні — фізичний, канальний і, частково, мережевий).

На стеку протоколів TCP/IP побудована вся взаємодія користувачів в мережі, від програмної оболонки до канального рівня моделі OSI. По суті це база, на якій зав'язана вся взаємодія. При цьому стек є незалежним від фізичного середовища передачі даних.

Розглянемо стеки, що найбільш часто використовуються у сучасних мережах, та звернемо увагу на спільні риси цих стеків зі стандартом.

Найбільшого поширення набув стек протоколів TCP/IP, який було розроблено у 1969 році (за 14 років до появи стандарту 7498 ISO). Цей стек покладено в основу мережі Інтернет. Порівняємо функції протоколів стеку TCP/IP зі стандартом (рис.5).

Рівні моделі OSI

Рівні стеку TCP/IP

Прикладний	Прикладний
Відображення	
Сеансовий	
Транспортний	Транспортний
Мережний	Міжмережний
Канальний	Мережного інтерфейсу (Канальний)
Фізичний	

Рис. 5. Відповідність ієрархічних рівнів моделі OSI (за стандартом 7498 ISO) та стеку протоколів TCP/IP

Схема взаємодії прикладних процесів з використанням протокольного стеку TCP/IP (рис.6) практично не відрізняється від схеми взаємодії за стандартом 7498 ISO.

Усі вимоги щодо сумісності протоколів, які виконують одні й ті самі функції, однакові у обох схемах.

На прикладі обміну інформацією між об'єктами усіх рівнів протокольного стеку TCP/IP, ознайомимось далі зі загальними принципами побудови стеків телекомунікаційних протоколів комп'ютерних мереж.

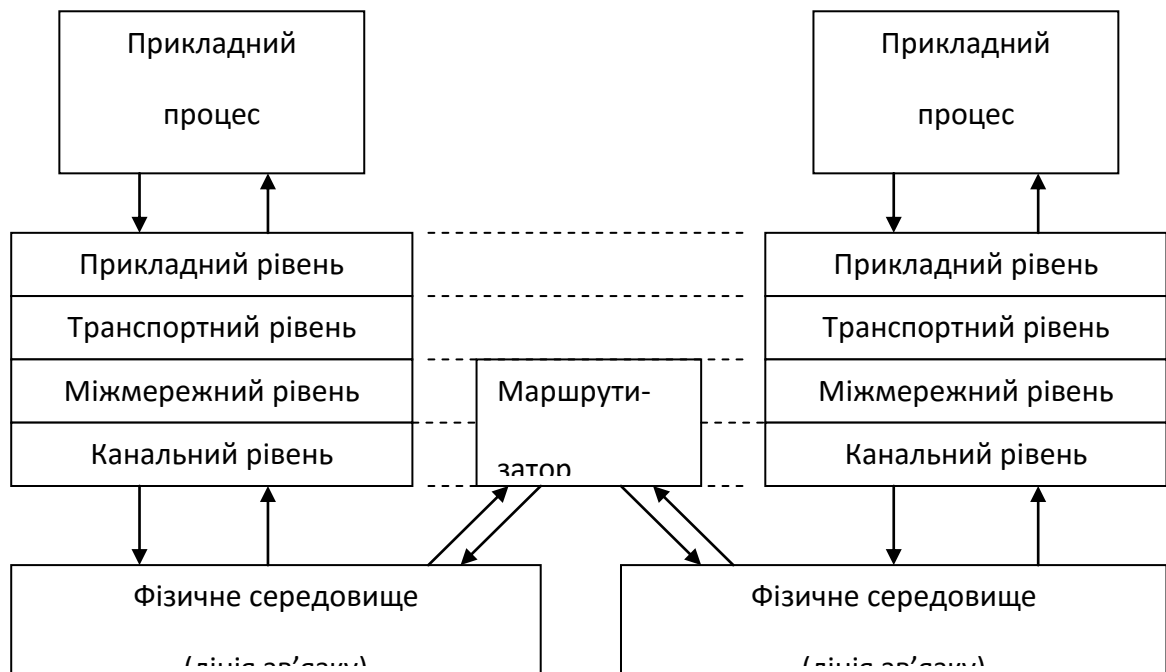


Рис. 6. Взаємодія прикладних процесів у мережі з використанням стеку протоколів TCP/IP

Розглянемо послідовність дій, що виконуються на кожному рівні протокольного стеку TCP/IP, у реальній остаточній системі під час передачі повідомлення (рис.7).

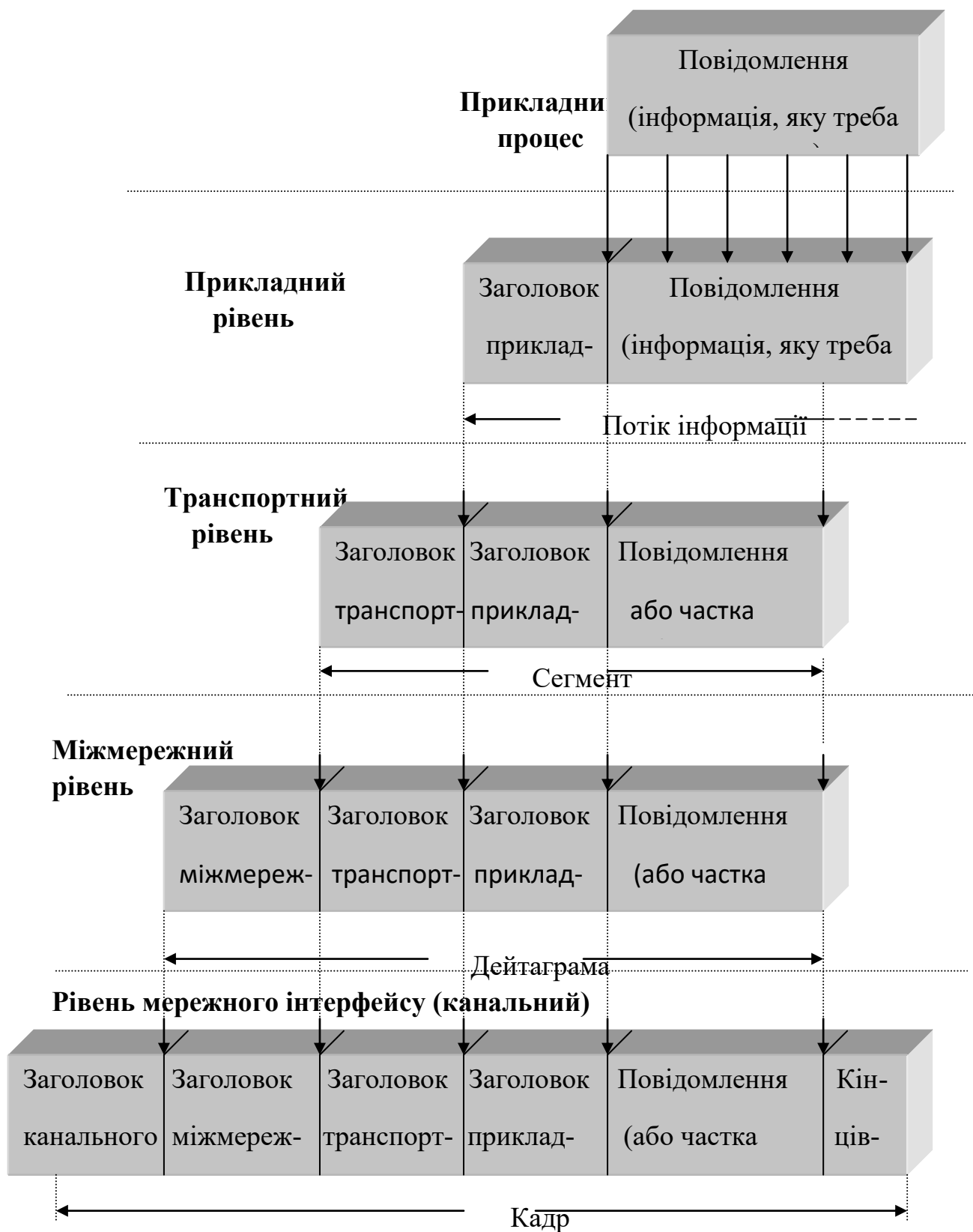


Рис.7. Послідовність формування пакетів на ієрархічних рівнях стеку протоколів TCP/IP

Прикладний процес у цьому випадку є відправником інформації. Перед тим як потрапити у лінію зв'язку, повідомлення доповнюється заголовками від кожного ієрархічного рівня, а на каналному рівні доповнюється ще й кінцівкою. До лінії зв'язку повідомлення потрапляє у вигляді пакета або серії пакетів каналного рівня, що зветься **кадрами** (*frame*). Усі рівні, крім каналного, реалізовані у вигляді програмного забезпечення. Канальний рівень потребує апаратних засобів для з'єднання з фізичною лінією зв'язку.

Після приєднання заголовка на прикладному рівні утворюється так званий потік інформації, який передається на транспортний рівень.

Головний протокол **транспортного** рівня - ТСП. Він забезпечує керування процесом передавання даних. Спочатку виконується процедура встановлення з'єднання, яка полягає в обміні спеціальними інформаційними пакетами між об'єктами транспортного рівня систем відправника та одержувача інформації. Тільки після успішного обміну цими пакетами розпочинається процес передавання даних.

Потік інформації, що надходить з прикладного рівня, формується в інформаційні пакети, певної довжини.

Під час сеансу передавання даних між об'єктами транспортного рівня систем відправника та одержувача інформації існує зворотний зв'язок..

Після успішного завершення процесу передавання даних виконується процедура роз'єднання, яка нагадує процедуру з'єднання. Закінчення цієї процедури свідчить про те, що потік інформації безпомилково передано на прикладний рівень системи одержувача.

Протокол UDP призначений для термінової передачі коротеньких повідомлень без встановлення з'єднання та без підтверджень. При цьому пакет, що складається з повідомлення та заголовка UDP, називають так само, як пакет міжмережного рівня дейтаграмою, а не сегментом, як пакети з ТСП заголовком.

На міжмережному рівні відбувається доставка пакетів між об'єктами транспортного рівня систем відправника та одержувача інформації. Головна функція цього рівня - вибір найкращого маршруту доставки пакетів. Кожен пакет проходить свій шлях незалежно від інших. При цьому гарантії, що пакет дійде до адресата, немає. Можливі порушення порядку надходження пакетів, а також розмноження їх.

Головний протокол міжмережного рівня зветься IP (*Internet Protocol*). Пакети, що формуються відповідно до цього протоколу, зветься дейтаграмами або данограмами. Вони складаються з пакетів транспортного рівня (сегментів) та заголовків міжмережного рівня.

Крім протоколу IP, на міжмережному рівні є протоколи, які забезпечують виконання операцій пошуку маршруту для доставки пакетів та знаходження адрес сусідніх маршрутизаторів.

На рівні мережного інтерфейсу відбувається доставка пакетів між об'єктами міжмережного рівня. Пакети цього рівня складаються з пакетів міжмережного рівня, заголовків каналного рівня та кінцівок у вигляді контрольної суми.

У стеку протоколів TCP/IP, якщо перевірка контрольної суми кадру дає негативний результат, кадр відкидають.

Розподіл найбільш відомих протоколів стеку TCP/IP за ієрархічними рівнями показано на рис. 8. Призначення цих протоколів полягає у наступному.

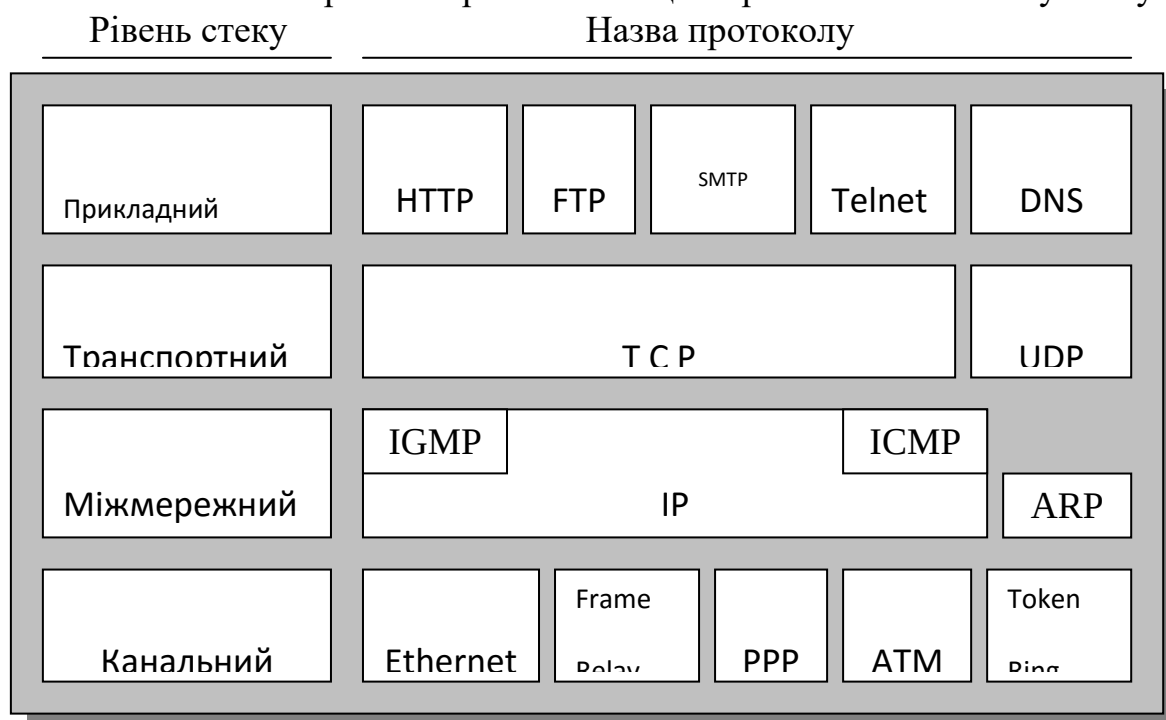


Рис. 8. Протоколи стеку TCP/IP

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) – протокол для передавання Web-сторінок (гіпертексту).

FTP (File Transfer Protocol) – протокол для передавання файлів.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – протокол для передавання повідомлень електронною поштою.

Telnet – протокол для емуляції термінала віддаленого комп'ютера.

DNS (Domain Name System) – доменна система імен, яка призначена для перетворення символьних імен мережних ресурсів у цифрові адреси серверів, де розміщено ці ресурси.

TCP (Transmission Control Protocol) – протокол, що забезпечує надійне логічне з'єднання типу “один до одного” та гарантує вірність передавання даних.

UDP (User Datagram Protocol) – протокол, що забезпечує можливість передавання широкомовних повідомлень без гарантії їх отримання споживачами інформації.

IP (Internet Protocol) – протокол, що забезпечує переміщення пакетів між мережами, але не гарантує доставку пакетів за адресою одержувача.

IGMP (Internet Group Management Protocol) – протокол, що забезпечує широкомовність для груп користувачів, які мають єдину групову адресу (multicast). Ця адресація призначена для економічного розповсюдження

інформації у великих корпоративних мережах. Зараз такою технологією користуються в межах експерименту.

ICMP (Internet Control Message Protocol) – протокол для обміну службовою інформацією між маршрутизаторами (про виявлення помилок та аварійні ситуації), а також для перевірки працездатності мережі.

Пакети IGMP та ICMP протоколів доповнюються IP-заголовком та циркулюють між об'єктами міжмережного рівня, чим пояснюється їх особливе місце на рис.8.

ARP (Address Resolution Protocol) – протокол для визначення фізичної адреси інтерфейсу. Ця адреса необхідна для формування заголовка пакета канального рівня (кадру). Пакети ARP протоколу не доповнюються IP-заголовком міжмережного рівня, а одразу пакуються в кадри (пакети канального рівня), бо вони циркулюють тільки в межах однієї мережі.

Ethernet – найбільш розповсюджена технологія побудови каналів зв'язку у локальних мережах.

Frame Relay – найбільш розповсюджена технологія побудови каналів зв'язку для глобальних мереж.

PPP (Point-to-Point Protocol) – протокол, що широко застосовують для побудови каналу зв'язку між двома віддаленими вузлами, що з'єднані між собою фізичною лінією зв'язку.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) – нова універсальна технологія побудови каналів зв'язку для глобальних і локальних мереж, що забезпечує гарантовану якість і терміновість передавання даних. За цією технологією створюють нові швидкісні магістральні мережі для передавання даних в Україні. Високі ціни на обладнання стримують процес розширення застосування технології ATM.

Важливою перевагою стеку TCP/IP є можливість утворення вузлів-маршрутизаторів, які одночасно приєднані до різних мереж. Це дозволяє переносити інформацію між мережами різного типу та створювати альтернативні шляхи доставки інформаційних пакетів. Якщо трапляється аварія на одному з шляхів, пакет автоматично буде направлений на інший шлях. Одже, робота мережі не припиняється під час аварій на окремих вузлах, а також під час приєднання нових вузлів.

Розглянемо структуру ще одного з широко розповсюджених стеків, що має назву **NetBIOS/SMB**. Цей стек протоколів з'явився у 1984 році для побудови локальних мереж на IBM-сумісних комп'ютерах, він увійшов до складу всіх версій операційної системи Windows. У цьому стеку не передбачено жодного протоколу на мережному рівні, що не дає змоги створення маршрутизаторів для об'єднання різних мереж (рис.9).

Стек NetBIOS/SMB дозволяє створювати тільки локальні мережі.

Рівні моделі OSI Рівні стеку NetBIOS/SMB

Прикладний	SMB
Відображення	
Сеансовий	
Транспортний	NetBIOS
Мережний	
Канальний	Канальний
Фізичний	

Рис. 9. Відповідність рівнів моделі OSI та стеку протоколів NetBIOS/SMB

На канальному рівні стеку NetBIOS/SMB використовують ті самі протоколи та технології, що й для стеку TCP/IP.

SMB (Server Message Block) – протокол, що забезпечує прикладному процесу доступ до файлів та принтерів інших комп'ютерів.

NetBIOS (Network Basic Input/Output System) – протокол, що доповнює базову систему (BIOS) персональних комп'ютерів типу IBM PC функціями для роботи у мережі.

Порівнюючи між собою можливості двох стеків NetBIOS/SMB та TCP/IP, бачимо, що кожен з них займає своє особливе місце за призначенням. Стек NetBIOS/SMB дозволяє легко створювати невеликі мережі, а ті ускладнення, які пов'язані з використанням стеку TCP/IP, виправдовуються можливістю утворення міжмережних зв'язків та підключення до всесвітньої мережі Інтернет.

Запитання та завдання для самоперевірки

5. Чим відрізняються та що мають спільного ієрархічні рівні стеку TCP/IP та моделі ISO/OSI?
6. Розкрийте поняття протоколу, інтерфейсу та стеку протоколів.
7. Чи можна DSL-модем підключати до звичайної телефонної лінії?
8. Чому вигідніше підключити до мережі Інтернет через локальну мережу з 10–20 комп'ютерів у порівнянні з підключенням поодиночі?
9. Які максимальні довжини пасивних кабельних з'єднань залежно від типу кабелів можуть застосовуватись у ЛКМ?

Автоматизована система керування підприємством

Зміст

1. Поняття та функції АСУП
2. Поняття та призначення ERP-систем
3. Історія АСУП
4. Особливості впровадження ERP-систем.
5. Приклади ERP систем
6. Переваги та недоліки ERP-систем.

1. Поняття та функції АСУП

Дуже часто для підвищення ефективності роботи підприємства, команди, збільшення контролю, керівник стикається з необхідністю автоматизації всього робочого процесу.

Автоматизована система управління підприємством (АСУП) - комплекс програмних, технічних, інформаційних, лінгвістичних, організаційно-технологічних засобів та дій кваліфікованого персоналу, призначений для вирішення завдань планування і управління різними видами діяльності підприємства

АСУП - це автоматизована система управління підприємством, в якій відображені всі основні явища виробничої діяльності і яка складається з ряду автоматизованих робочих місць (АРМ), де кожен фахівець робить свою частину спільної роботи і відповідає за неї.

Функції АСУП:

- єдина комп'ютерна програма регулює права та обов'язки користувачів (при загальнодоступності інформації в системі, не дає можливість користувачам змінювати інформацію, за яку вони не відповідають).
- здійснює збір, обробку та диференційований розподіл інформації, що дозволяє кожному співробітникові бачити всі процеси, що знаходяться в його компетенції і під його контролем.
- керівник же бачить повну картину того, що знаходиться у виробництві і може оперативно виробляти оптимальні рішення, прогнозувати і складати перспективні плани розвитку підприємства.
- підвищується ступінь інформованості керівників та управлінського персоналу про хід і результати виробничо-господарської діяльності,
- забезпечення керівників необхідними даними, плановими та аналітичними розрахунками, інформацією для прийняття ефективних, оперативних управлінських рішень.
- підвищується об'єктивність прийнятих рішень за рахунок підвищення достовірності інформації, що надходить про стан виробництва, про його ресурсах, вузьких місцях, зміни стану виробництва.
- збільшення часу для творчої роботи працівників апарату управління за рахунок звільнення від робіт рутинного характеру.

Таким чином, АСУП дозволяє підвищувати ступінь обґрунтованості прийнятих рішень та за рахунок швидкого збору і обробки інформації забезпечити своєчасність прийняття рішень з управління виробництвом в умовах дії ринкової економіки.

2. Поняття та призначення ERP-систем

До категорії АСУП прийнято відносити реалізації методологій ERP або MRP .

(1) Найвищий Рівень - Enterprise Resource Planning (англ. Enterprise Resource Planning System - система планування ресурсів підприємства) На ньому вирішуються завдання,

пов'язані з організацією роботи підпорядкованих структур підприємства. Основна мета на даного рівні - максимізація прибутку за окремий період.

(2) **Manufacture Execution System** - суб'єктом або особою, Яка приймає Рішення тут, є Керівник цеху або відділення АСУ ТП. Завдання цього рівня - Керування підлеглими АСУ ТП, логістика та контроль над персоналом)



Структура сучасної інтегрованої АСУ

Хоча кожне підприємство унікально в своїй фінансовій та господарській діяльності, існує цілий ряд завдань, загальних для всіх підприємств. До них відносяться управління матеріальними та фінансовими ресурсами, закупівлями, збутом і багато іншого.

У ERP системи немає чіткого визначення і набору критеріїв, за якими її можна впізнати. Під терміном "ERP" розуміють велику кількість програмних рішень і облікових системи з невеликими доповненнями. Саме ж поняття "ERP система" сильно розмито. По суті, вживання цього терміна - це хороший рекламний хід для продажу різних систем, так як ERP системи зараз популярні і на слуху у всіх, а на ділі термін використовують для позначення сильно відрізняються один від одного інтегрованих інформаційних систем.

ERP-система - не зовсім "коробкова" програма, як, наприклад, Microsoft Office, яку можна з рівним ступенем ефективності встановити на комп'ютерах будь-якого підприємства. Результативність ERP-системи значною мірою залежить від її налаштування під певні завдання конкретного підприємства. Тільки правильно спроектована і налаштована ERP-система дійсно "допомагає" зробити бізнес більш керованим і "прозорим" для керівництва компанії.

Схематично модель більшості ERP-систем можна описати таким чином: в єдину базу даних надходять усі первинні відомості про діяльність підприємства, і на їх основі програма будує різні звіти, графіки, прогнози, словом, поставляє повноцінну аналітичну інформацію. Господарські операції реєструються в системі один раз, і їх вплив на результативність роботи підприємства можна оцінити відразу, отримавши відповідний звіт. Отже, основна цінність ERP-системи - у забезпеченні інформаційної інтеграції всіх функціональних областей діяльності компанії.

За визначенням Американської асоціації з управління запасами і виробництвом **ERP-системи** це — інформаційні системи для обліку та планування всіх ресурсів, що використовуються в установі та необхідні для здійснення всіх функцій (обліку, продажу, виробництва, закупівель тощо). Надзвичайна універсальність ERP-систем обумовлює й їх високу вартість та складність, яка викликана величезною кількістю елементарних складових (баз даних, програм, інтерфейсів тощо) та зв'язків між ними.

Мета системи - сприяння потокам інформації між всіма господарськими підрозділами (бізнес-функціями) усередині підприємства та інформаційна підтримка зв'язків з іншими підприємствами. Побудована, як правило, на централізованій базі даних ERP-система формує стандартизований єдиний інформаційний простір підприємства.

Істинне призначення ERP- інтеграція відділів і функцій компанії в єдину комп'ютерну систему, яка зможе задовольнити всі специфічні потреби окремих підрозділів [3].

Серцем ERP-систем є єдине сховище даних, що містить всю корпоративну бізнес-інформацію і забезпечує можливість одночасного доступу до неї усім співробітникам підприємства (з урахуванням їх повноважень). ERP замінює старі розрізнені системи управління фінансами, персоналом, виробництвом, логістикою однією уніфікованою системою, що на більш високому якісному рівні забезпечує таку ж функціональність та надає нові можливості, які розрізнені системи надати неспроможні. ERP-система автоматизує процеси, які відбуваються в організації, утворюючи горизонтальні зв'язки та забезпечує їх "безшовну" автоматизацію.

Наприклад, виконання замовлення на постачання матеріально технічних засобів складається з прийому замовлення, його розміщення, відвантаження зі складу, доставки, надання рахунку, підготовки та заповнення фінансових документів. В ERP систему вводиться замовлення і налаштовані певним чином процеси служать свого роду дорожньою картою, по якій виконуються кроки на шляху виконання замовлення. Коли посадовець вводить замовлення в ERP-систему, у нього є вся потрібна інформація, щоб переконатися у можливості прийняти та виконати замовлення, визначити час виконання та забезпечити інформацією безпосередньо виконання замовлення.

Рішення класу ERP дозволяють на єдиній платформі вирішити **широкий спектр завдань:**

- Управління ефективністю підприємства
- Управління бюджетом
- Фінансовий та податковий облік
- Управління виробництвом
- Управління логістикою
- Управління персоналом
- Управління якістю
- Управління продажами
- Управління життєвим циклом
- Управління проектами

3. Історія АСУП

Потреба в автоматизації управлінських процесів вперше була усвідомлена наприкінці 60-х — початку 70-х років, коли стало ясно що управління великою корпорацією підкоряється тим же законам, що і будь-яка бюрократична структура, в якій із зростанням управлінського штату ефективність управління може падати. У зв'язку з цим народилася ідея організувати роботу управлінців за допомогою автоматизованої системи.

Історія розвитку вітчизняних автоматизованих систем управління підприємством (АСК) починається в 60-х роках XX сторіччя. Першою була розроблена і впроваджена АСУП Львівського телевізійного заводу - АСУП «Львів». Робота на Львівському телевізійному заводі почалися ще в 1963 році під керівництвом академіка Віктора Михайловича Глушкова разом з співробітникам Інституту кібернетики АН УРСР Кузнєцова В.К. і Шкурба В.В.

Кузнєцов розробив обчислювальний комплекс, що працює в режимі реального часу з 30 зовнішніми терміналами прийому-передачі даних та іншими додатково розробленими

зовнішніми пристроями збору інформації. Шкурба В.В. розробив моделі оптимального оперативного управління основними цехами заводу. Система "Львів" була здана Державній комісії у липні 1967 року.

Подальший розвиток АСУП здійснювався в напрямку створення комплексних АСУ, інтегрованих систем управління П.

Концепція ERP як концепція управління була запропонована аналітичною фірмою GartnerGroup не так давно, в 90-х роках минулого сторіччя.

Спочатку ERP-системи були вузько спеціалізованими відносно обмеженого кола завдань стосовно одного виду ресурсу. З часом зростала функціональність; розширювався діапазон застосування; відбувалася інтеграція з аналогічними системами.

Поступово утворився клас систем, які призначені для управління усіма видами ресурсів установи (підприємства). Виходячи з їх походження, такі системи стали називати системами планування ресурсів підприємства — ERP-системами. Вони стали спроможні ефективно управляти не лише виробництвом, але й, адміністративно-господарчою діяльністю підприємства

4. Особливості впровадження ERP-систем.

Практичне застосування вимагає адаптації ERP-систем під потреби конкретного споживача. Тому їх впровадження є нетривіальною задачею, яка вимагає значних часових та фінансових ресурсів. За експертними оцінками вартість впровадження перевищує вартість ліцензійної підтримки для середніх компаній в 2—3 рази, для великих у 5—6.

Нетривіальність задачі впровадження полягає у:

- визначенні необхідної функціональності ERP-систем (як правило, повна функціональність від розробника, значно перевищує потреби установи),
- черговості впровадження складових системи,
- пристосуванні функціональності системи, що постачається, під конкретні завдання установи та
- доповненні стандартної функціональності специфічними функціями.

Переваги та недоліки різних *способів автоматизації підприємства*:

	Купити готове рішення	Розробити нове програмне забезпечення
Тривалість створення та впровадження проекту	Всі проблеми вже вирішені розробниками готових АСУП. Час впровадження буде приблизно однаковим і буде пов'язаний не з часом навчання роботи в програмі, а з спротивом співробітників, яким психологічно важко перелаштувати себе на новий лад роботи	В кращому випадку необхідно витратити не менше року програмісту, керівнику, а також іншим людям, які формують завдання для програміста (кожний по своїй частині процесу), щоб грамотно прописати та протестувати всі типові операції діяльності підприємства.
Вартість	Необхідно одразу витратити вагому суму. Програміст, отримує таку саму зарплату, як в другому варіанті, але продає програму декільком замовникам і розподіляє всі затрати на них, тому і вартість нижча.	Скоріш за все загальна сума на витрачену роботу (зарплата програмісту, тестувальнику та співробітникам підприємства за створення технічного завдання) перевищить вартість вже готового рішення.
Супровід проекту	Вартість значно менша за розробку, але розходи постійні. Можливі ускладнення в зв'язку з	Аналогічні проблеми

	закриттям фірми розробника	
Успіх проекту	Підприємство має можливість ознайомитись з різними проектами, оцінити їх функціонал, відгуки та можливість практичного застосування, що дозволить прийняти об'єктивне рішення, що підвищить шанси на успіх	Необхідно подолати всі технічні перешкоди на шляху реалізації типових операцій, існують ризики зміни розробника по різних причинах, що зменшує шанси на успіх. Крім того справжній успіх нової розробки можна відчуті тільки після року експлуатації в реальній діяльності, наприклад, проект може не витримати навантаження.
Специфіка підприємства	Підібрати готове програмне рішення під свої індивідуальні потреби достатньо складно, а іноді неможливо	Створення індивідуального програмного продукту виправдане при певній рідкій специфіці підприємства.

Знизити затрати щодо впровадження ERP-систем можливо за рахунок створення у складі організації спеціалізованого підрозділу з впровадження та супроводження ERP-системи: визначення потрібної функціональності, передпроектної підготовки, налаштування системи, підготовки експлуатаційної документації, консультативної допомоги кінцевим користувачам тощо.

Наприклад, в Міністерстві оборони України одночасно із прийняттям рішення щодо впровадження ERP-системи, було створено відповідне науково-дослідне управління для науково-технологічної підтримки впровадження та супроводження проекту.

Класичні ERP-системи, на відміну від так званого програмного забезпечення «в коробці», відносяться до категорії «важких» замовних програмних продуктів — їхній вибір, придбання і впровадження, як правило, вимагають ретельного планування в рамках тривалого проекту з участю партнерської компанії — постачальника або консультанта. Оскільки КІС будуються за модульним принципом, замовник часто (принаймні, на ранній стадії таких проектів) купує не повний спектр модулів, а обмежений їхній комплект. У ході впровадження проектна команда, як правило, протягом декількох місяців (до року) здійснює налаштування модулів, що поставляються.

Процес впровадження ERP-систем є складним та вимагає серйозної підготовчої роботи, великого обсягу знань і навичок персоналу. Команді з впровадження проектів доводиться вирішувати проблеми

- організаційного,
- технологічного характеру
- долати протидію з боку співробітників установи-замовника ERP-системи,

Ця протидія характерна для консервативних, бюрократичних установ, у яких персонал не зацікавлений у нововведеннях, боїться втрати свого положення або розкриття нелегальних фінансових схем, не готовий відповідати за прийняті рішення, банально не бажає навчатися та опановувати нові знання, навички тощо. Для зменшення дії вказаних негативних факторів необхідно змінити мотивацію персоналу — заохочувати не за відсутність формальних помилок, а за ріст показників діяльності, також слід формувати у

персоналу тверду впевненість у невідворотності новацій, підтримки проекту з боку вищого керівництва.

Організаційні та технологічні труднощі можна подолати за допомогою установ, які спеціалізуються на впровадженні таких систем, але це здорожує проект.

Тривалість впровадження залежить від розмірів установи, обсягів потрібних налаштувань та спеціалізованих розробок: від трьох місяців для невеликих проектів в установах зі штатом менше 100 співробітників до декількох років для великих проектів. Якщо серед рішень, запропонованих виробником ERP-системи, є рішення, спеціалізовані під задачі установи (так звані галузеві рішення), то це скоротить час та матеріальні витрати на реалізацію проекту. Також цьому сприяє обґрунтований вибір потрібної функціональності та черговість впровадження обраних модулів.

При впровадженні проекту типовою ситуацією є така, коли адаптацію стандартної системи до потреб замовника виконує спеціалізована компанія. Звичайно, послуги, що надаються такими компаніями, можна класифікувати за трьома видами:

- консалтинг;
- модифікація стандартного продукту під вимоги замовника;
- підтримка та супроводження експлуатації продуктивної системи.

Розглянемо більш детально кожний з визначених видів послуг. До надання консалтингових послуг залучається група фахівців, яка відповідає за початкове впровадження ERP і здачу роботи з можливістю доопрацювання системи. Крім того, на неї покладається відповідальність за інтеграцію та комплексне тестування всіх модулів системи. Консалтинг для великого ERP-проекту включає три рівні [7]: системна архітектура; консультації щодо бізнес-процесів; технічні консультації. На рівні системної архітектури плануються інформаційні потоки установи з урахуванням перспективного розвитку. На рівні консалтингу вивчаються бізнес-процеси, які відбуваються в установі та розробляються пропозиції щодо їх удосконалення відповідно до досвіду провідних компаній світу

Головним завданням модифікації стандартного продукту під вимоги замовника є налаштування, безпосередня адаптація програмного забезпечення до потреб замовника, передача знань його представникам, навчання кінцевих (ключових) користувачів. Додаткова розробка програмного коду не заохочується, але на практиці уникнути її не вдається. ERP-системи розвиваються динамічно, що полягає у періодичному випуску оновлень системи (так званих патчів), які усувають виявлені недоліки та розширюють функціональність. Для того, щоб оновлення системи не призводило до втрати працездатності вже існуючих програмних розробок конкретних замовників, виробники ERP розробляють спеціальний регламент як для розробок користувача, так і для оновлень, що випускаються. Якщо розробка користувача може бути корисною для інших проектів, то вона може бути включена у стандартну функціональність системи.

Підтримка та супроводження. Для забезпечення найтривалішого етапу життєвого циклу ERP-системи — експлуатації, для адаптування до змін, що відбуваються у процесах установи, організується обслуговування та технічна підтримка системи, які можуть здійснюватися як персоналом установи — власника ERP-системи (спеціальним підрозділом — центром компетенції), так і зовнішньою організацією. Форму супроводження та підтримки обирають з економічних міркувань. Для невеликих організацій доцільніше зовнішнє супроводження, для середніх та великих — створення власного центру компетенції, що заохочується виробником ERP-системи, зокрема, можуть

бути надані: значна (до 70%) знижка від вартості ліцензій; виправлення поточної версії; створення нових основних і проміжних версій програмного забезпечення; консалтингові послуги [8].

Очікуваними результатами впровадження ERP-системи є підвищення продуктивності праці та скорочення персоналу, зменшення непродуктивних витрат, підвищення якості управлінських рішень. Проте основна мета впровадження повинна бути пов'язана з задачами, для яких власне й створювалися ERP-системи — підвищення ефективності установи за заданими, як правило, фінансовими показниками. Основний вигравш, зазвичай, отримується за рахунок зниження корпоративних витрат. Взагалі, важко оцінювати ефективність від впровадження інформаційних систем, оскільки вони безпосередньо не впливають на фінансово-економічні показники, а лише вчасно надають необхідну інформацію для забезпечення якості управлінських рішень, які вже ведуть до економічного росту.

Висновки. Впровадження ERP систем є складним комплексним завданням, яке вимагає значних витрат часу, фінансових та людських ресурсів. Свідоме рішення про впровадження ERP системи означає не лише появу нової технічної системи, але й свідчить про усвідомлення керівництвом необхідності впровадження нової ідеології організації діяльності установи, яка вимагає реорганізації бізнес-процесів установи.

В свою чергу реорганізація діяльності вимагає підтримки та постійної уваги проекту з боку перших осіб установи, що можна реалізувати через очолювання проекту керівником установи або його заступником.

Для подолання організаційних та технологічних проблем впровадження та подальшого супроводження ERP систем доцільно створити окремий підрозділ, завданнями якого є первинна та подальша адаптація програмного продукту до потреб установи, навчання персоналу, підтримання у працездатному стані системи, надання допомоги кінцевим користувачам в рішенні проблем, що виникають при експлуатації системи. Напрямами подальших досліджень може бути вивчення особливостей впровадження ERP-систем в державних установах України, зокрема, в силових відомствах, із урахуванням обмежень вітчизняного законодавства на обіг режимної інформації та інформації, яка є власністю держави.

5. Приклади ERP систем

Зараз на ринку існує безліч рішень різного функціоналу, якості та вартості, практично для всіх сфер бізнесу, незважаючи на те, що термін ERP виник у виробничій сфері

Зокрема, такі системи використовують для автоматизації таких галузей, як:

- ресторанний і готельний бізнес;
- роздрібна торгівля;
- аптеки та охорона здоров'я;
- автомобільний бізнес;
- виробниче підприємство;
- транспорт і логістика;
- салони краси;
- ЖКГ.

Лідери ринку ERP-систем:

- Oracle (Oracle EPM)

- SAP (SAP Business Suite)
 - Microsoft (Dynamics AX; Dynamics NAV)
- **SAP Business Suite** — это комплекс решений, который предоставляет предприятию возможность построить свой бизнес в соответствии с постоянно изменяющимися потребностями клиентов и ситуацией на рынке. Связывание отдельных элементов бизнес-процессов единой системой управления на основе технологической платформы **SAP NetWeaver** позволяет предприятиям значительно повысить производительность.
 - **Microsoft Dynamics NAV (Microsoft Navision)** — система, предназначенная для управления ресурсами небольших и средних компаний. Это интегрированная модульная система, имеющая типовые бизнес-решения для отраслевых задач. **MS Dynamics NAV** — универсальное решение для управления финансовыми и товарно-материальными потоками, позволяющее за сжатые сроки повысить эффективность бизнеса.
 - **Microsoft Dynamics AX (Microsoft Axapta)** — интегрированная система управления класса ERP II, объединяющая различные подразделения и службы предприятия в единое информационное пространство. Это обеспечивает качество управленческой информации и позволяет менеджерам принимать обоснованные управленческие решения.
 - **Комплекс приложений Oracle Enterprise Performance Management (Oracle EPM)** — это совокупность интегрированных циклических процессов управления и анализа, а также соответствующих технологий, имеющих отношение, как к финансовой, так и к операционной деятельности организации. **Basware Enterprise Purchase to Pay (EPP)** — это комплекс решений, предназначенный специально для автоматизации закупок и сопутствующего документооборота.

Ряд російських та українських програмних систем також реалізують в тій чи іншій мірі функціональність вищеперелічених ERP.

Так, систему 1С:Управління підприємством 8.0 часом деякі вважають повнофункціональною ERP-системою. Корпоративна інформаційна система (KIC) "Парус - Підприємство 8.5"також є яскравим прикладом російської ERP системи. Дана система використовується як у Росії, так і в Україні

Ще приклади російських ERP систем: ІНТАЛЄВ: Корпоративний менеджмент Флагман, Фрегат - Корпорація, АВА Системи.

Білоруська ERP і CRM система ПОТІК Компанія-розробник - VIPSOFT

Ряд українських виробників програмного забезпечення позиціонує свої системи як ERP. Насамперед, це системи Фінексперт, ІТ-Підприємство, Мегаполіс, BSI, ПАРУС-Підприємство 8

6. Переваги та недоліки ERP-систем.

- дозволяють використовувати одну інтегровану програму замість декількох розрізнених.
- комплексно управляє всіма сферами діяльності установи.
- знижується об'єм паперового документообігу,
- підвищується прозорість всіх процесів,
- інформація стає більш доступною і зручною для роботи.
- розмежування доступу до інформації
- підвищує взаємну відповідальність всіх підрозділів,
- сприяє підвищенню дисциплінованості співробітників.

Недоліки

Безліч проблем, пов'язаних з ERP, виникають через недостатнє інвестування в навчання персоналу, а також у зв'язку з недоробленістю політики занесення і підтримки актуальності даних в ERP.

Обмеження і помилки:

- Невеликі компанії не можуть дозволити собі інвестувати достатньо грошей в ERP і адекватно навчити всіх співробітників.
- Іноді ERP складно або неможливо адаптувати під документообіг компанії і її специфічні бізнес-процеси.
- Система може страждати від проблеми «слабої ланки» — ефективність всієї системи може бути порушений одним департаментом або партнером.
- Опір департаментів в наданні інформації зменшує ефективність системи.
- Проблема сумісності з колишніми системами.
- Помилки розробників у системі приводять до відчутних втрат коштів та долі на ринку.

ERP системи впроваджуються для того, щоб об'єднати всі підрозділи компанії і всі необхідні функції в одній комп'ютерній системі, яка обслуговуватиме поточні потреби цих підрозділів. Розробка подібної єдиної системи - непросте завдання. Зазвичай кожен підрозділ має власну комп'ютерну систему, оптимізовану для вирішення його завдань.

ERP система веде єдину базу даних по всіх підрозділах і завданням, так що доступ до інформації стає простіше, а головне, підрозділи отримують можливість обмінюватися інформацією.

Візьмемо, наприклад, типову ситуацію надходження замовлення від клієнта. У вигляді паперового документа замовлення починає подорож по кабінетах і службам, частенько передруковуючи, окрема інформація з нього вноситься в приватні бази даних підрозділів. Кожна передрук, кожен додатковий введення даних чреваті помилками. У результаті фінансовий відділ нічого не знає про стан складу і можливості виконати замовлення терміново. А розгніваний замовник, який не отримав у строк своє замовлення, вимовляє сакраментальне: "Ви повинні були дізнатися на складі!".

Як ERP система може поліпшити роботу компанії?

ERP система автоматизує завдання, вбудовані в виконання бізнес-процесів. Так, при отриманні замовлення від споживача менеджер має всю інформацію про відносини із замовником та його кредитний рейтинг. Коли один підрозділ закінчує працювати із замовленням, той автоматично передається в наступний підрозділ. При цьому виключаються багатократні помилки введення інформації, втрати документів і тому подібні казуси. У підсумку замовлення обробляються швидше і без помилок. Аналогічні можливості виникають у багатьох інших служб - служби персоналу, виробничого відділу, відділу маркетингу, служби постачання. Єдина інформаційна база дозволяє враховувати взаємозв'язок окремих процесів, як, наприклад, завантаження замовленнями на поточний місяць і графік відпусток персоналу.

ERP система змінює ставлення персоналу окремо і служб в цілому до своєї роботи. Тепер менеджери, провідні замовлення, володіють інформацією про його стан у кожний момент часу і по всіх аспектах: чи поступила оплата за роботу, чи достатньо комплектуючих на складі, чи варто у графіку виконання робіт їх замовлення до потрібного терміну ... І якщо, наприклад, склад не вчасно введе в систему інформацію про запаси, то отримав запит клієнта менеджер, справившись в системі про стан складу, може відповісти відмовою на його звернення, побачивши, що запас на складі недостатній або потрібний виріб відсутній. Тим самим ERP система підвищує відповідальність кожного за загальну справу.

Скільки насправді коштує ERP система?

У нашій країні проводилося безліч досліджень по вивченню питання про вартість володіння ERP системи (TCO - Total Cost of Ownership), включаючи апаратне і програмне забезпечення, консалтингові послуги і витрати на персонал. У підсумкову величину включалися витрати на інсталяцію ERP системи і період впровадження, протягом якого відбувається супровід системи фахівцями, її оновлення або нарощування та оптимізація. Серед компаній, що брали участь в дослідженні (вони представляли різні галузі промисловості і ставилися як до малого чи середнього, так і до великого бізнесу), середня величина TCO на весь функціонал системи склала \$ 1,5 млн., з розкидом від \$ 200 тис. до \$ 3 млн .

Середня віддача від ERP системи по тим же дослідженням склала \$ 1,2 млн. в рік. Так що ERP система - досить дорога, але і досить ефективна система.