

## ГЛАВА 2.

# ПРОЕКТУВАННЯ АСУ

---

### 2.1. Концепції та технології управління АСУ

В Україні після спаду виробництва, приватизації, розвитку ринкових відносин, знайомства з новітніми технологіями виникли проблеми більш ефективного управління підприємствами й установами та контролю динаміки ринку. Отримання рішень управління – це насамперед *безперервний процес переробки інформації*.

Розвиток виробництва супроводжувався розвитком інформаційної технології: “ручна” (до середини ХІХ сторіччя), механічна (до 1940 р.), “електрична” (до 1970 р.), сучасна безпаперова інформаційна технологія, заснована на використанні ЕОМ.

Загальна тенденція розвитку сучасних АСУ – децентралізована (розподілена) обробка інформації, що наближує засоби обробки даних до місця її виникнення та використання і збільшує швидкодію та надійність роботи АСУ. АСУ являє собою ряд автоматизованих робочих місць (АРМ), які забезпечують участь людини у рішенні задач управління. Існують АРМ керівників, спеціалістів та технічних робітників (АРМ-К, АРМ-С, АРМ-Т). Наприклад, для цеху можна створити АРМ: керівника, економіста, комірника, майстра, бригадира, інженера, технолога.

За останні роки намітився ресурсний підхід до інформації. Початкові дані на базі накопичених ідей та знань перетворюються на інформаційний ресурс, який використовується у виробництві послуг і поряд з матеріальними ресурсами підвищує його ефективність. Інформаційний ресурс дозволяє робити накопичен-

ня, реалізацію, повторне виробництво і має всі властивості товару, бо його можна продавати, купляти, зберігати, знищувати і т.п. Існують національні інформаційні ресурси, інформаційна промисловість, перехід від індустріальної економіки до економіки, базованої на інформації. Засобами реалізації цих напрямків є *інформаційні (безпаперові) технології*. Інформаційні технології – це комплекс процедур збору, переробки, зберігання, фільтрації та розподілу інформації в АСУ. Відмінність інформаційної технології від виробничої лежить у тому, що в інформаційній технології є елементи творчого (людського) характеру, які не піддаються формалізації.

Інформаційний ресурс має власні особливості: він невичерпний і зі зростанням споживання навіть зростає за рахунок збільшення досвіду; є формою використання наукових знань.

Одним із засобів розв'язання цих проблем є використання автоматизованих систем управління підприємствами (АСУП). При цьому для України найбільш актуальні дві концепції (вони по суті справи стали вже стандартами), направлені в основному на внутрішні процеси підприємств:

1. MRPII (Manufacturing Resource Planning) – методологія детального планування виробництва (облік замовлень, планування робіт, планування замовлення, управління ресурсами та персоналом, облік витрат, моделювання процесу виробництва, оперативне управління виробництвом).

2. ERP (Enterprise Resource Planning): ERP є розвитком MRPII, має додаткові функції (планування ресурсів підприємства, фінансові, збутові та інші функції) і є більш сучасною.

Разом з тим інтенсивно створюються АСУП, направлені на взаємодію з зовнішнім середовищем: постачальниками, замовниками, партнерами, ринком. Такими технологіями на даний час є:

1. CSRP (Customer Synchronized Resource Planning) – планування й управління компанією з врахуванням всіх ресурсів (виробничих, матеріальних, допоміжних) та інформації про клієнта. **Основний напрямок: перехід від планування виробництва до планування задоволення вимог кожного окремого клієнта.** З'являється можливість частоті зміни виробничого графіка. Стає можливим детальний аналіз вартості окремого товару, бо витрати на нього вже не списуються “загальнокотловим методом”.

2. SCM (Supply Chain Management) – управління ланцюгом господарчої діяльності, по якому сировина перетворюється у гото-

вий товар і через продаж поступає до покупця. Ланцюг починається з поставок, дистриб'юторів, дилерів і закінчується відвантаженням продукції.

3. CRM (Customer Relationship Management) – технологія управління зв'язками та взаємодією з клієнтами. Розглядаються прогнозування контрактів, їх відслідковування, підтримка обслуговування клієнтів і супроводження товару до місця його продажу.

## 2.2. Загальна характеристика функціональних підсистем АСУ

Кожна підсистема АСУ повинна мати свою мету, задачі, цілі, об'єкт управління, керівні органи. Прикладом функціональних можливостей може бути АСУП типу "ІТ-Підприємство", яку розробило "НПП "Інформаційні технології" (Україна).

Оскільки АСУ призначена для допомоги окремим підрозділам підприємства або установи, то й назви функціональних підсистем АСУ нагадують назви елементів структурної схеми підприємства або установи:

1. Інформаційне забезпечення керівництва підприємства (директора та замісників).
2. Оперативне управління виробництвом у складі:
  - управління технічною підготовкою виробництва;
  - управління техніко-економічним плануванням аналізу та обліку;
  - управління оперативним керуванням виробництвом;
  - управління матеріально-технічним забезпеченням;
  - оперативне управління рухом продукції та матеріальних цінностей;
  - управління збутом продукції;
  - управління якістю продукції, маркетинг. Ринок (ціни, попит, постачальники, користувачі, конкуренція);
  - Управління конструкторським та технологічним відділами.
3. Бухгалтерський облік у складі:
  - облік основних фондів;
  - облік розрахунків (з постачальниками, клієнтами, відвантаженням, реалізацією);
  - облік фактичних витрат на виробництво;

- облік праці і заробітної плати;
  - фінансово-розрахункові операції, каса, підзвітові особи;
  - облік дебіторів, кредиторів;
  - баланс, звітність, аналіз.
4. Адміністративне управління:
- контроль виконання планів, рішень; виконавча дисципліна;
  - діловодство;
  - управління персоналом.
5. Адміністрування АСУ:
- управління доступом та небезпекою системи;
  - нормативно-довідкова інформація;
  - адміністрування інформаційною базою.

Основні функції підсистем вказуються нижче у вигляді переліку робіт. В основному всі вони як складову частину вміщують розрахунки, моделювання виробничих процесів та захист інформації. Кожна робота на підприємстві має термін виконання, шифр виконання, вид і трудомісткість роботи.

**1. Управління технічною підготовкою виробництва виконує такі роботи:**

- моделювання процесів, розрахунки;
- науково-дослідницька робота;
- конструкторська та технічна підготовка виробництва;
- експериментальне виробництво;
- інструментальне виробництво.

**2. Управління техніко-економічним плануванням** планує діяльність підприємства або установи і їх підрозділів, пов'язує трудові, матеріальні і фінансові ресурси підприємства.

До ресурсів підсистеми відносять: матеріали та комплектуючі вироби, фонд зарплати, об'єм виробленої та реалізованої продукції, загальний прибуток, плата у бюджет, асигнування з бюджету, засвоєння нових виробів.

Задачі підсистеми АСУ:

- моделювання процесів, розрахунки;
- виробнича програма на рік;
- розбивка річної програми по кварталах;
- планування собівартості продукції;
- план реалізації продукції та прибутку;
- амортизаційні відрахування;
- план по труду і зарплаті;
- звіт про виконання виробничої програми.

### 3. Управління матеріально-технічним забезпеченням виконує задачі:

- Формування фондів на матеріальні ресурси. При цьому для визначення потрібного об'єму  $j$ -го матеріалу на  $i$ -й вироб використовується формула

$$Z_j = \sum_{i=1}^n Z_{ij} N_i,$$

де  $Z_{ij}$  – норма витрат  $j$ -го матеріалу на одиницю  $i$ -го виробу;  $i = 1 \dots n$  – порядковий номер виробу, у якому використовується  $j$ -й матеріал;  $n$  – загальна кількість виробів, у яких використовується  $j$ -й матеріал;  $N_i$  – кількість  $i$ -го виробу.

- Замовлення матеріальних ресурсів на рік, квартал, місяць.
- Управління запасами, розподіл матеріальних ресурсів усередині підприємства.
- Моделювання процесів, розрахунки.

### 4. Оперативне управління виробництвом вирішує задачі:

- планування роботи для підрозділів (цехів, їх відділень) на короткий термін (рік, зміни та години);
- облік, контроль виконання планів;
- оперативне регулювання виконання завдань;
- моделювання процесів, розрахунки;
- міжцехові та внутрішньоцехові оперативні плани.

Це орган, який доводить задачі плану до колективів, виконавців.

### 5. Управління збутом продукції виконує задачі (об'єкт керування – потоки готової продукції зі складів):

- планування реалізації готової продукції;
- прогнозування реалізації та штрафних санкцій;
- облік та звітність;
- оперативна оцінка виконання планів;
- моделювання процесів, розрахунки;
- вироблення рекомендацій по управлінню виробництвом.

### 6. Бухгалтерія виконує аналіз та контроль за виробництвом та фінансовою діяльністю підприємства:

Задачі обліку:

- головні та грошові засоби;
- матеріали та матеріальні вироби;
- автоматизація банківських розрахунків, моделювання процесів, розрахунки;
- готова продукція;

- банківські та кредитні операції;
- праця та заробітна платня;
- економічна та виробнича інформація (собівартість тощо).

Як приклад, АСУП «ІТ-Підприємство», яку розробило «НПП «Інформаційні технології» (Україна), забезпечує єдиний інформаційний простір, відкритість (можливість додання додатків та обміну даними), можливість зміни параметрів (близько 1500 параметрів настройки), можливість поетапного впровадження. Система АСУП «ІТ-Підприємство» – це повнофункціональна MRPII-система, орієнтована на великі та середні підприємства. Як показала практика її використання в Україні і за кордоном (більш ніж на 50-ти підприємствах), ця АСУП дозволила у середньому:

- на 20% збільшити виробничі потужності;
- на 20-30% знизити втрати (матеріалів, об'єму незакінченого виробництва, переналагодження обладнання);
- на 20-30% знизити рівень запасів на складах (через 5-6 місяців після запуску);
- на 3-5% знизити собівартість продукції та зменшити загальногосподарчі витрати.

## 2.3. Класифікація інформації в АСУ. Кодування. Класифікатор. Поток інформації

### *Класифікація інформації в АСУ*

Інформація поділяється умовно на:

**1. Змінну**, яка бере участь в одному циклі обробки інформації. Використовує постійну інформацію.

**2. Постійну**, яка багаторазово використовується для обробки змінної інформації. Вона займає до 40% всієї інформації. Стосовно організаційно-адміністративних АСУ сюди входять: довідники, нормативна інформація на обладнання, приміщення, на сировину та матеріали; трудові кошториси; запаси сировини та готової продукції.

Елементами потоку інформації можуть бути, наприклад, документи, повідомлення, реквізити, оператори, джерела інформації, користувачі.

Інформація стосується:

- 1) працівників: табельний номер, професія, номер цеху, розряд праці;
- 2) обладнання: тип, час введення в дію, інвентарний номер та ін.;

- 3) табличних даних: податки на зарплату; коефіцієнти загально-цехових та загальнозаводських норм витрат та ін.;
- 4) маршрутної інформації: технологічна послідовність обробки, зборка та ін.;
- 5) цінової інформації: розцінки робіт, одиниці продукції;
- 6) зовнішньої інформації: ринок (попит, ціни, конкуренція, напрямки розвитку, адреса);
- 7) контролю виконання планів та розпоряджень;
- 8) контролю діловодства (листування, звітування, службові повідомлення);
- 9) ринку (ціни, користувачі, постачальники, попит).

#### **Кодування інформації**

Інформація в АСУ передається у вигляді повідомлень – довільної послідовності сигналів з визначеними початком та кінцем.

Повідомлення має вигляд *коду* – комбінації букв, чисел або букв і чисел. В окремому випадку це може бути і слово або його частка. Цей код відомий всім операторам і умовно визначає якість інформаційне поняття. Кодування повинно забезпечити:

- системне відображення інформації;
- компактність та зручність подання та обробки інформації.

Приклад повідомлення про отримання на складі деякої кількості деталей (шифр, що складається з реквізитів, табл. 2.3.1).

Таблиця 3.3.1

Реквізити повідомлення

| Заголовок повідомлення | Дата   | Код деталі | Від кого отримані | Кількість деталей |
|------------------------|--------|------------|-------------------|-------------------|
| 34                     | 150798 | 341050014  | 38                | 521               |

У цілому повідомлення має вигляд: 3415079834105001438521.

**Реквізит** – це елемент повідомлення, подальше роз'єднання якого не має сенсу (наприклад, слово). Реквізити поділяються на **реквізити-ознаки** (відображують якісні властивості виробу) та **реквізити-основи** (передають кількісну характеристику – вимірювання, підрахунок та ін.).

**Документ** – це сукупність повідомлень, об'єднаних за змістом. Документ використовується для обліку та управління і додатково вміщує: найменування; дату; зміст розпорядження, показники, “підписи” відповідальних осіб.

### ***Класифікатор***

Кодування обов'язково потребує класифікатора – це документ, який пояснює значення кодів і відображує розподіл множин об'єктів на класи, підкласи, групи та ін. При цьому у нашій державі використовується десятична система визначення групових ознак, таких як класи – найбільш загальні ознаки (наприклад, металургійна сировина, лакофарбувальні матеріали); підкласи; групи; підгрупи; види, сорти; типи.

Використання загальнодержавних класифікаторів, хоча і має очевидні переваги, все ж має і суттєвий недолік: зростає надмірність інформації, яка досягає 90%. Тому у деяких випадках має сенс розробляти і використовувати локальні, внутрішні класифікатори та відповідні до них коди з введенням їх в межах підприємства, галузі, міністерства.

Але система кодування повинна відповідати існуючим міжнародним стандартам та рекомендаціям, а також міжгалузевим та галузевим нормам.

Окремо потрібно виділити фахівні коди, призначені для обміну інформації у визначеній фахівній галузі. Прикладом такого кодування може бути обмін міжнародною фінансовою інформацією (повідомленнями) за допомогою кодів міжнародного стандарту S.W.I.F.T. (Society for Worldwide Interbank Telecommunication; Swift – по-англійськи “швидкий”). При цьому код не треба плутати з шифром: код – це умовне скорочене повідомлення, своєрідна мова, яку можуть знати багато людей, у той час як шифр використовується для шифрування, засекречення повідомлення, яке може прочитати лише шифрувальник.

При кодуванні використовуються такі ***коди техніко-економічної інформації***:

- ***Десятичний код*** – використовується, якщо номенклатура має кілька видів ознак (за кожним видом ознак закріплюється кілька десятичних розрядів).
- ***Спеціальний код*** – спеціальні або літерні позначення кодової інформації, включаючи слова.
- ***Складні коди*** – складаються з комбінації простих кодів: наприклад, “інструмент + свердло, молоток, кліщі та ін.”; або код табельного номера робітника може виглядати як “код цеха + код робітника в середині цеху”.

### ***Потоки інформації***

Існуюча система потоків інформації (обороту документів) на



будь-якому підприємстві або у будь-якій установі відображає складний виробничий процес (багато форм, дублювання показників, багатостадійність проходження та ін.) і ділиться на:

- вхідні документи (12%);
- вихідні документи (18%);
- внутрішні документи (70%).

В потоці інформації визначаються два головні параметри:

1. Спрямування потоку (задається місцем його входу та виходу).

2. Густина потоку  $\lambda = \frac{V}{t}$ , де  $V$  – об'єм потоку інформації (від-

ображується у бітах; кількості документів, алфавітно-цифрових знаках та ін.);  $t$  – тривалість передачі (отримання) обробки інформації, яка вимірюється у секундах, хвиликах, добах.

Потоки інформації залежать від режиму роботи підприємства та етапу виробництва (початок, закінчення, серійне виробництво), часу (добова, декадна, місячна інформація) та часу у добі.

Наприклад, густина сумарного потоку у бітах на годину для

$$\lambda = \lambda_{\text{пост}} + \frac{V_{\text{змiна}}}{8} + \frac{V_{\text{дня}}}{8 \cdot 3} + \frac{V_{\text{дек}}}{8 \cdot 3 \cdot 10} + \frac{V_{\text{мiс}}}{8 \cdot 3 \cdot 25} + \lambda_{\text{випад}},$$

змінної роботи по 8 годин на добу, при 25 робочих добах у місяць

де  $\lambda_{\text{пост}}$  – густина потоку постійної інформації;  $\lambda_{\text{випад}}$  – густина потоку випадкової інформації;  $V_{\text{змiна}}$  – об'єм потоку інформації у кінці зміни, біт;  $V_{\text{дня}}$  – об'єм потоку інформації у кінці дня, біт;  $V_{\text{дек}}$  – об'єм потоку інформації у кінці декади, біт;  $V_{\text{мiс}}$  – об'єм потоку інформації у кінці місяця, біт.

Кожну складову потоку слід розглядати як детерміновану плюс випадкову. Випадкова величина визначається після набору та обробки статистичних даних.

Ми розглянули лише одну характеристику – середню густину потоку. Але одночасно треба враховувати і інші показники потоків інформації:

- “миттєве” значення густини потоку інформації, наприклад, пикові значення наприкінці року, коли об'єм інформації потрібно розраховувати у повному обсязі за короткий термін;
- потребу резервування, яке враховує можливість зростання, розширення підприємства.

## 2.4. Складання граф-схеми потоків інформації

На підприємствах та установах підрозділи створюються за напрямками робіт, і тому структурна схема підприємства та установи, на якій умовно визначають підрозділи, відображає в деякій мірі роботи, які виконуються. Але, крім виконання робіт, на виробництві існують потоки інформації між підрозділами, які обслуговують матеріальне виробництво.

Граф-схема стосується інформаційних потоків, які створюються у процесі виробництва і пов'язані з матеріальним виробництвом. АСУ повинна полегшити виконання цих робіт у всіх підрозділах підприємства, і тому граф-схема відображає структурну схему підприємства.

Граф-схема потоків інформації дозволяє:

1. Вилучити паралельні потоки інформації, уніфікувати та скоротити кількість документів.
2. Побудувати програму-диспетчер для організації функціонування АСУ.
3. Підтримувати потрібну надмірність інформації.

Таблиця 2.4.1

Ієрархічні рівні виконання робіт

| Шифр задач | Найменування підрозділів установи та їх задачі  | Входи у задачу | Виходи із задачі   | Помітка  |
|------------|---|----------------|--------------------|----------|
| 1          | 2   | 3              | 4                  | 5        |
| 0<br>001   | <b>Підсистема 0. Виконавці:<br/>бригада № 1.<br/>Робота № 1. Трубопроводи<br/>вентиляції.</b><br>Хід виконання роботи:<br>Виявлення суперечностей,<br>замовлення додаткових: даних,<br>матеріалів, виробів. | –              | 101, 102, 103, 104 | 3 людини |
| 002        | Заміна технології.  |                |                    |          |
| 1          | <b>Робота № 2. Збірка<br/>вентиляторів.</b><br>Хід виконання роботи:  |                | 101, 102, 103, 104 | 1 людина |
| 101        | Виявлені суперечності   | 001, 002       | 201                |          |
| 102        | Замовлення додаткових даних,<br>матеріалів, виробів.  | 001, 002       | 202                |          |

## Продовження таблиці

| 1   | 2  | 3        | 4                  | 5 |
|-----|--|----------|--------------------|---|
| 103 | <b>Підсистема 1. Бригада № 1</b><br><b>Вентиляція.</b>   | 001, 002 | 203                |   |
| 104 | Хід виконання робіт № 1-2 по бригаді. Розклад робіт з вентиляції.  | 001, 002 | 204                |   |
| 0   | Відомість замовлення додаткових даних по вентиляції.   | –        | 106, 107, 108, 109 |   |
| 008 | Вимоги до інших бригад по вентиляції.  | –        |                    |   |
| 009 | Виконання розпоряджень по вентиляції.  | –        | 106, 107, 108      |   |
| 1   | <b>Підсистема 0. Виконавці:</b><br><b>бригада № 2.</b>   |          |                    |   |
| 106 | Робота № 3. Збірка охолоджувальних пристроїв   | 008, 009 |                    |   |
| 107 | Хід виконання...   | 008, 009 | 201                |   |
| 108 | Робота № 4. Комплекція водопостачання та каналізації.  | 008, 009 |                    |   |
| 109 | Хід виконання...   | 008, 009 |                    |   |
| 2   | <b>Підсистема 1. Бригада № 2</b><br><b>Водопостачання,</b><br><b>охолодження.</b>  |          |                    |   |
| 201 | Хід виконання робіт № 3, 4 по бригаді. Розклад робіт. Відомість замовлення додаткових даних по водопостачанню. Вимоги до інших бригад. Виконання розпоряджень по водопостачанню. | 101, 106 |                    |   |
|     | <b>Підсистема 2. Дільниця № 1.</b><br><b>Роботи по вентиляції та водопостачанню.</b><br>Хід виконання...   |          |                    |   |

Табл. 2.4.1 заповнюється таким чином:

1. Вся таблиця розподіляється по підсистемах з переліком їх задач.
2. Спочатку розглядається 0-й рівень (Підсистема 0, найнижчий рівень, на якому розміщуються виконавці робіт, працівники) і перелічуються їх роботи (001, 002)
3. Потім розглядають вищі підсистеми (Підсистему 1, Підсистему 2), які отримують інформацію з попередніх рівнів (підсистем). Перелічуються для Підсистеми 1 роботи 101...109 і пов'язують їх з роботами попередньої та наступної підсистем.

Будування граф-схеми (рис. 2.4.1) виконується за даними табл. 2.4.1 у такій послідовності:

1. Проводимо горизонтальні паралельні лінії і по зростаючій нумерації знизу вгору вказуємо назви: „Підсистема 0”, „Підсистема 1”, „Підсистема 2”.

2. На нульовому рівні позначаємо задачу без входів.

3. На рівні „Підсистема 1” позначаються задачі, які отримують інформацію з нижчої Підсистеми 0 і т.п.

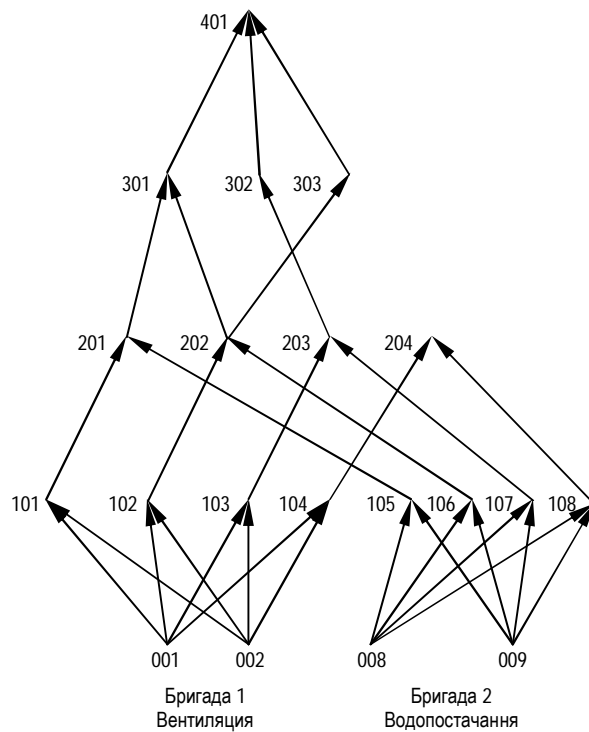
Підсистема 4  
Дирекція (робота 401)

Підсистема 3  
Цех № 1  
(робота 301...303)

Підсистема 2  
Дільниці цехів  
(робота 201...204)

Підсистема 1  
Бригади цехів  
(роботи 101...109)

Підсистема 0  
Виконавці цехів  
(роботи 001...009)



**Рис. 2.4.1. Граф-схема**

В дійсності групування по рівнях (підсистемах) ускладнюється, бо інформацію можна отримати і зверху (з вершини графа у вигляді наказів, роз'яснень та ін.).

Складена граф-схема у даному випадку відображає лише одну із сторін проблем створення АСУ: потоків інформації.

Але створення АСУ супроводжується й іншою роботою:

- Встановлення, перевірка, монтаж, налагодження обладнання.
- Складання інструкцій щодо використання АСУ.
- Навчання персоналу і т.п.

На все це потрібні люди, гроші, матеріали, час.

## 2.5. Розрахунок кількості людей для проектування АСУ

Створення АСУ – це велика праця, яка полягає не лише у проектуванні АСУ, а й у монтажу й налагодженні її елементів; навчанні персоналу; виданні інструкцій, довідників та ін.

Ми розглянемо лише порівняно вузьку область цих робіт – проектування АСУ по напрямках і потоках інформації і визначення кількості людей, потрібної для цієї вузької області роботи.

З цією метою використовується створена граф-схема інформаційних потоків:

- Спочатку по ній виділяються задачі приблизно однакової складності і визначається їх трудомісткість у людино-годинах та кількість виконаних робіт.

- При трудомісткості враховується наявність прототипів.

Після цього розраховується загальна трудомісткість (табл. 2.5.1).

Таблиця 2.5.1

Розрахунок загальної трудомісткості

| Найменування підсистем | Кількість задач | Трудомісткість однієї задачі, людино-години | Наявність прототипів | Підсумкова трудомісткість, людино-години |
|------------------------|-----------------|---|----------------------|--|
| Підсистема 0           | 6               | 500   | Немає                | 3000                                     |
|                        | 2               | 200   | Є                    | 400                                      |
| Підсистема 1           | 8               | 600   | Немає                | 4800                                     |
|                        | 1               | 800   |                      | 800                                      |
| Підсистема 2           | 10              | 10000                                       | Є                    | 10000                                    |
| Підсистема 3           | 2               | 150   | Немає                | 300                                      |

Загальна трудомісткість, за даними табл. 2.5.1, складає  $W = 19300$  л.-г.

При визначенні трудомісткості виконання роботи (програмного виконання продукту, креслень по електричних монтажних схемах і т.п.) використовують:

- норми витрат часу на виконання робіт, які опубліковані у вигляді довідників;
- набутий досвід виконання робіт;
- дані виконання аналогічних робіт (прототип).

Потрібне число робітників для розробки АСУ на рік:

$$H = \frac{w}{2085} = \frac{19300 \cdot 930}{2085} = 9,25 = 10 \text{ людей,}$$

де 2085 – кількість годин, яку спроможна виконати людина за рік праці.

На граф-схемі визначають трудомісткість потоків, визначають, хто відповідає за кожний окремий потік із робітників по розробці АСУ.

## 2.6. Складання таблиці інформаційних потоків по роботах установи

Для визначення кількості потрібних ЕОМ нам необхідно знати об'єм потоків інформації та об'єм обчислювальних робіт. З цією метою спочатку складають табл. 2.6.1 інформаційних потоків, у якій указують:

1. Код потоку інформації (задачі),
2. Найменування підсистем АСУ і потоку інформації (задачі).
3. Характеристику інформації: група; об'єм знаків інформації, яка передається інформаційним потоком; періодичність передачі інформації за рік, повний об'єм інформації за рік.

Таблиця 2.6.1

Інформаційні потоки підрозділів установи

| Код задачі | Найменування підсистем АСУ та їх задачі | Характеристика інформації |                        |                      |                     |
|------------|---|---------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|
|            |   | Група                     | Об'єм, десятичні знаки | Періодичність за рік | Повний об'єм        |
| 1          | 2                                       | 3                         | 4                      | 5                    | 6                   |
| 100        | <b>Технічна підготовка виробництва</b>  |                           |                        |                      |                     |
| 110        | Відомість деталей та вузлів у виробу    | 1                         | 4,2*10 <sup>7</sup>    | 1                    | 4,2*10 <sup>7</sup> |
| 120        | Відомість покупних виробів              | 1                         | 0,3*10 <sup>5</sup>    | 1                    | 0,3*10 <sup>5</sup> |
| 130        |   | 1                         | 1,4*10 <sup>6</sup>    | 1                    | 1,4*10 <sup>6</sup> |

## продовження таблиці

| 1   | 2   | 3 | 4                | 5  | 6                |
|-----|---|---|------------------|----|------------------|
| 200 | <b>Оперативне управління виробництвом</b>                                     |   |                  |    |                  |
| 210 | Подетальна виробнича програма по заводу за рік, за квартал                    | 3 | $1,2 \cdot 10^7$ | 5  | $6 \cdot 10^7$   |
| 220 | Планове завантаження обладнання   | 1 | $1,8 \cdot 10^7$ | 5  | $9 \cdot 10^7$   |
| 230 | Термін виробничого циклу  | 3 | $2,1 \cdot 10^7$ | 1  | $2,1 \cdot 10^7$ |
| 300 | <b>Техніко-економічне планування</b>  |   |                  |    |                  |
| 310 | Трудомісткість річної виробничої програми по заводу                           | 1 | $1,7 \cdot 10^8$ | 1  | $1,7 \cdot 10^8$ |
| 320 | Трудомісткість квартальної виробничої програми                                | 1 | $2,6 \cdot 10^6$ | 4  | $1,0 \cdot 10^7$ |
| 330 | Чисельність працівників   | 1 | $2 \cdot 10^5$   | 4  | $8 \cdot 10^5$   |
| 400 | <b>Управління матеріально-технічним постачанням</b>                           |   |                  |    |                  |
| 410 | Потреби у матеріалах  | 1 | $4,0 \cdot 10^6$ | 1  | $4,0 \cdot 10^6$ |
| 420 | Потреба у матеріалах по кооперації  | 1 | $1,8 \cdot 10^5$ | 2  | $3,6 \cdot 10^5$ |
| 430 | Потреба у комплектуючих виробках  | 1 | $1,3 \cdot 10^6$ | 5  | $6,5 \cdot 10^6$ |
| 440 | Графік забезпечення замовлень на експорт                                      | 1 | $6,7 \cdot 10^5$ | 5  | $3,7 \cdot 10^6$ |
| 450 | Залишки матеріалів на складі  | 1 | $4,7 \cdot 10^4$ | 12 | $5,6 \cdot 10^5$ |
| 460 | Прогноз забезпечення виробництва матеріалами                                  | 1 | $5 \cdot 10^5$   | 12 | $6 \cdot 10^6$   |
| 500 | <b>Нормативне хазяйство</b>   |   |                  |    |                  |
| 510 | Трудомісткість виготовлення виробів у цехах                                   | 1 | $1,1 \cdot 10^8$ | 1  | $1,1 \cdot 10^8$ |
| 520 | Трудомісткість виготовлення виробів по шифрах професій та розряду працівників | 1 | $2 \cdot 10^4$   | 1  | $2,0 \cdot 10^4$ |
| 530 | Норми витрат матеріалів на вироби   | 1 | $10^7$           | 1  | $10^7$           |
|     |   | 1 | $1,5 \cdot 10^4$ | 1  | $1,5 \cdot 10^4$ |

На один знак інформації, який надходить у підсистему АСУ, в самій цій підсистемі може використовуватись значно більший обсяг внутрішньої інформації та внутрішніх розрахунків.

Наприклад, при проектуванні асинхронного двигуна ми повинні задати не дуже великий обсяг початкової інформації (потужність,

напруга, частота обертів, частота мережі, тип виконання двигуна), а підсистема ЕОМ повинна оформити звіт, який складається з 20-ти сторінок розрахунків і до того ж стосується лише вузької області – електромагнітних розрахунків, а в дійсності об'єм інформації значно більший.

Тому задачі розподіляють за складністю або кількістю додаткових обчислень.

Розрахунок виконується відносно так званих коротких машинних команд: на кожний знак введеної інформації ЕОМ виконує власні сотні і тисячі коротких машинних команд (операцій або інструкцій).

Нам треба виявити цю кількість коротких машинних команд. Це можна зробити лише дослідно-статистичним шляхом, а також за допомогою імітаційного моделювання, коли прилад або підсистема АСУ замінюється відповідною програмою, яка імітує роботу реального приладу або підсистеми.

Для реального використання цього напрямку ми можемо спочатку всі задачі та алгоритми розподілити на окремі групи (наприклад, на три) у залежності від кількості коротких машинних команд в кожній групі. Після цього визначають підсумкову кількість десятичних знаків  $Q_1, Q_2, Q_3$  для кожної групи.

У кожній групі ЕОМ у відповідь на один знак десятичної інформації, яка вводиться в ЕОМ, може виконати свою визначену кількість коротких команд.

Наприклад:

1. Задача групи 1:  $K_1 = 50 \dots 1000$  операцій/1 десятичний знак.
2. Задача групи 2:  $K_2 = 1000 \dots 2000$  операцій/1 десятичний знак.
3. Задача групи 3:  $K_3 = 2000 \dots 3000$  операцій/1 десятичний знак.

## 2.7. Розрахунок типу та кількості ЕОМ

Кількість ЕОМ в АСУ залежить від часу, за який ЕОМ виконує всю потрібну роботу. При впровадженні в дію або експлуатації системи визначити цей час не складає проблеми, бо його можна просто виміряти. Основна проблема полягає у тому, що цей час потрібно визначити на стадії проектування, коли ще АСУ немає, коли навіть потрібні програми не створені, і разом з тим необхідно відповісти на запитання:

- Чи зможуть наявні ЕОМ виконати нові розрахунки?
- Яким буде термін завершення роботи, яку задають ЕОМ?



Існує кілька способів обчислення кількості ЕОМ для АСУ: хронометраж; по виконанню обчислювальної роботи за визначений термін; по кількості потрібних коротких машинних команд ЕОМ у секунду; по спроможності не створювати великих черг до окремих елементів АСУ (з використанням теорії систем масового обслуговування).

**1. Хронометраж** виконується по готовій сторонній програмі (бажано – однакового типу з програмою АСУ) з врахуванням поправочного коефіцієнта, який визначається за експертною оцінкою. Наприклад, за попередньою оцінкою обсяг інформації, який реально повинен оброблятися майбутньою АСУ, у 10 разів перевищує обсяг інформації існуючої програми, за допомогою якої виконується хронометраж. Експерт, на базі власного досвіду, може скоригувати величину цього коефіцієнта у сторону зменшення або збільшення з врахуванням особливостей програм, які розглядаються.

**2. Розглянемо розрахунок кількості ЕОМ** по заданому терміну  $T_0 = 10$  хв., який надається для розв'язання задачі (звичайно – найбільш складної) (Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими процессами. – М.: Машиностроение, 1983. – 527 с.). При цьому використовуються паспортні характеристики приладів, але з врахуванням того, що паспорти наводять максимально можливу продуктивність роботи приладу за найбільш сприятливих умов, які у дійсності ніколи не виконуються, бо робота конкретної програми може супроводжуватись багаторазовим пересиланням та отриманням інформації, через що швидкість її виконання зменшується.

За існуючим алгоритмом дій, які виконує ЕОМ, розбивають на найпростіші, для яких можна використати готові існуючі програми. Для кожної дії визначають пристрої, що виконують алгоритм. Після цього визначають час виконання кожної дії алгоритму за формулою

$$T_i = V_i / H_i,$$

де  $V_i$  – обсяг робіт на  $i$ -й операції;  $H_i$  – норма виробітку на  $i$ -й операції.

Вважається, що задачі можуть вводиться та виводиться з ЕОМ паралельно або послідовно. При паралельному введенні-виведенні враховується найбільший час з усіх паралельних задач.

Наприклад, для друкування оператором однієї сторінки тексту через два інтервали потрібно 9 хв. Отже, за зміну (8 годин) можна надрукувати 53 сторінки. Кожна сторінка вміщує 1860 символів. Звідси для оператора як “приладу”, що працює разом з ЕОМ, норма

виробітку  $H_i = 1860 * 53/8 = 12350$  символів/годину; норма часу  $N_i = (9/60)/1860 = 0,0000806$  годин/один символ.

Розраховується підсумкова трудомісткість технологічного процесу

$$T_N = \sum_{i=1}^N T_i,$$

де  $N$  – кількість операцій.

Розраховується потрібна кількість ЕОМ даної моделі  $N_{\text{ЕОМ}} = T_N / T_0$ .

**3. Розглянемо визначення кількості ЕОМ для АСУ по швидкості виконання операцій.** Головна ідея цього розрахунку полягає у тому, що розраховують потрібну для АСУ швидкість дії (кількість коротких машинних операцій за секунду) і ділять її на швидкість дії однієї реальної ЕОМ конкретного типу, визначаючи таким чином їх потрібну кількість. При цьому використовуються паспортні характеристики приладів.

З цією метою розраховують спочатку кількість коротких машинних команд (операцій, інструкцій), яку ЕОМ повинна виконати за рік праці в АСУ.

Для цього визначають підсумкову кількість десятичних знаків, які вводяться у ЕОМ, по групах  $Q_1, Q_2, Q_3$  (дивись попередній розділ).

Тоді кількість коротких машинних команд або інструкцій дорівнює:

$$Q_{\Sigma} = K_1 Q_1 + K_2 Q_2 + K_3 Q_3,$$

де  $K_1 = 50 \dots 1000$ ;  $K_2 = 1000 \dots 2000$ ;  $K_3 = 2000 \dots 3000$ ;  $K_1 \dots K_3$  – встановлена для даної АСУ дослідно-статистичним методом кількість коротких машинних команд на 1 знак введеної десятичної інформації.

Загальне значення кількості коротких машинних команд визначається по “піковому” періоду роботи АСУ, для чого вводиться коефіцієнт нерівномірності  $K_{\text{НР}} = 1,2 \dots 1,9 = 1,3$ ;

$$Q_{\text{НС}} = K_{\text{НР}} Q_{\Sigma} = 1,3 * Q_{\Sigma}.$$

Тоді розрахована швидкість дії ЕОМ

$$D_p = \frac{Q_{\Sigma} K_{\text{ПВТ}} K_{\text{НР}}}{(\Phi_E - \Phi_P) K_{\text{ВВ}} K_{\Gamma} K_{\text{ЗБ}}},$$

де  $T_E = T_{\text{діб}} * T_{\text{годин}} * T_{\text{сек}} = 300 \text{ діб/рік} * 20 \text{ годин/добу} * 3600 \text{ сек/годину} = 2,16 * 10^7 \text{ сек/рік}$  – загальний термін можливої праці ЕОМ за рік;

$T_{\Pi} = \sum_{i=1}^n T_{\Pi i}$  – загальна кількість пауз у роботі ЕОМ, ( $i = 1, \dots, n$  – порядковий номер події, прилада або оператора, з'єданого з ЕОМ у процесі праці за рік, який викликає вказану паузу). Величина паузи  $T_{\Pi i}$  для даного приладу дорівнює сумі пауз у роботі, викликаних, наприклад, тестами; профілактичними роботами і ремонтами; знищенням вірусів; очищенням від зайвої інформації та введенням нової інформації; налагодженнями; осмисленням інформації операторами; вдосконаленням окремих елементів АСУ;

$K_{ВВ} = 0,2 \dots 0,8 \approx 0,4$  – коефіцієнт введення, який ураховує зміну швидкості дії ЕОМ у залежності від носія інформації в режимі введення;

$K_{Г} = 0,95$  – коефіцієнт готовності ЕОМ;

$K_{ЗБ} = 0,96$  – коефіцієнт збоїв ЕОМ та помилок оператора;

$K_{НР} = 1,3$  – коефіцієнт нерівномірності отримання інформації;

$K_{ПВТ} = 1 \dots 2$  – коефіцієнт повторення розрахунків.

Для визначення коефіцієнта повторення розрахунків  $K_{ПВТ}$  весь об'єм задач розбивається на долі від одиниці (0,1; 0,2; 0,5; 0,2 – у сукупності ці долі складають одиницю), яким надається відповідна “вага” (2; 1,5; 1,2; 1,0) у залежності від повторення розрахунків або перевірки отриманих даних (табл. 2.7.1). Наприклад, “вага” 1,5 означає, що приблизно 50% інформації переробляється додатково. Тоді коефіцієнт повторення розрахунків визначається за формулою

$$K_{ПВТ} = 0,1 * 2 + 0,2 * 1,5 + 0,5 * 1,2 + 0,2 * 1,0 = 1,3.$$

Таблиця 2.7.1

Визначення коефіцієнта повторення розрахунків

| Початковий об'єм задач у долях одиниці | Кратність повторення (1...2) | Новий об'єм |
|--|------------------------------|-------------|
| 0,1                                    | 2                            | 0,2         |
| 0,2                                    | 1,5                          | 0,3         |
| 0,5                                    | 1,2                          | 0,6         |
| 0,2                                    | 1,0                          | 0,2         |

Кількість потрібних ЕОМ визначеного типу дорівнює

$$H = \frac{D_p}{D_n}, \quad (2.6.1)$$

де  $\delta_n$  – швидкість дії ЕОМ обраного типу.

Тут потрібно сказати, що швидкодія ЕОМ (продуктивність ЕОМ) визначається спеціальним чином. (Петроченков А.В. Hardware –

комп'ютер і периферія. – М.: Манускріт, 1995. – С. 18-112]. Швидкодія вимірюється у MIPS (млн. інструкцій в секунду). При цьому швидкодія залежить від типу інструкцій. Наприклад, інструкції типу “загального призначення” виконуються зі швидкістю 4,84 MIPS, а інструкція типу “регістр-регістр”- зі швидкістю 14,77 MIPS (за даними на 1995 рік). Існують також інструкції типу “пам'ять-пам'ять”, “регістр-пам'ять”. Середня швидкодія ЕОМ 486 на 40 Мгц дорівнює 9,53 MIPS. Швидкодія приблизно пропорційна тактовій частоті ЕОМ, але одночасно залежить від швидкості жорсткого диску та наявності математичного співпроцесора.

Якщо розрахуємо на базі сказаного загальні витрати машинного часу на рішення задач АСУ

$$T = t_{\text{КОР}} Q_{\text{НС}},$$

де  $t_{\text{КОР}} = 1/\text{MIPS} = 1/(9,53 \cdot 10^6)$  сек/(на 1 коротку операцію) – час, який витрачається у середньому на одну коротку операцію,

то виявиться, що ЕОМ може виконати річну програму за години або десятки хвилин.

В дійсності це не так і пояснюється тим, що швидкодія ЕОМ дуже обмежується приладами (й операторами), які вводять/виводять інформацію.

**4. Використання теорії масового обслуговування для визначення створення черг в АСУ з ЕОМ.** Звичайно АСУ може розглядатись як складна система, що складається з кількох послідовно й паралельно вмикнених приладів, кожний з яких на відповідну вимогу повинен виконати властиві йому дії. Тому розглядаються можливості створення “черг вимог” до кожного з таких приладів з всіма параметрами, які характеризують чергу: середній час обслуговування вимоги; середня довжина черги; загальна кількість каналів обслуговування.

Є очевидним, що кількість ЕОМ бажано розрахувати кількома методами й обрати найбільшу кількість. При цьому можна вважати, що швидкість введення дискретних сигналів в ЕОМ дорівнює 25...600 чисел/сек.

Одночасно з ЕОМ обирають потрібне програмне забезпечення й інше обладнання АСУ:

- датчики (рівня, температури, тиску, швидкості і т.ін.);
- засоби введення/виведення інформації (ЕОМ, телефон, прилад, людина)%
- проміжні перетворювачі: аналого-цифрові перетворювачі АЦП, цифро-аналогові перетворювачі ЦАП та ін.);

- фіксації інформації (лічильники, самописці);
- регулятори (програмні, слідкуючі, стабілізуючі);
- збереження інформації;
- приміщення.

## Контрольні завдання

1. Скласти таблицю інформаційних потоків підрозділів установи або підприємства, керуючись отриманим раніше індивідуальним завданням по структурній схемі АСУ. На базі отриманої таблиці скласти граф-схему інформаційних потоків.

2. Розрахувати кількість людей, потрібних для проектування АСУ.

3. Перелічити існуючі методи та визначити тип та кількість потрібних ЕОМ для АСУ за допомогою формули (2.6.1) на основі створеної табл. 2.6.1.