

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Превисокова Н. В.

ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Конспект лекцій

Івано-Франківськ
ДВНЗ Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
2013

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Превисокова Н. В.

ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Конспект лекцій
для студентів напрямку
6.040302 “Інформатика”
денної форми навчання

м. Івано-Франківськ
ДВНЗ Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
2013

УДК 681.5: 371.214.155
ББК 32.965
П 71

*Рекомендовано вченою радою факультету математики та інформатики
Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника*

Рецензенти:

В. А. Ровінський, кандидат технічних наук, доцент, ДВНЗ Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника;

О. Р. Никифорчин, доктор фізико-математичних наук, професор, ДВНЗ Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника.

Превисокова Н.В.

П71 Інтегровані системи управління. Конспект лекцій. – Івано-Франківськ:
2013. – 61 с.

Конспект лекцій містить питання загальних принципів побудови та структури інтегрованих автоматизованих систем управління, основні поняття систем організаційного управління та автоматизованих систем управління технологічними процесами, питання інформаційного, математичного, алгоритмічного, технічного та програмного забезпечення інтегрованих систем управління, характеристик основних апаратно-програмних засобів технічного забезпечення.

Конспект призначено для студентів напряму підготовки 6.040302 «Інформатика».

**УДК 681.5: 371.214.155
ББК 32.965**

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ТЕМА 1. Загальна характеристика автоматизованих систем управління	5
1.1 Системи управління та їх структура	5
1.2 Автоматизовані системи управління.....	6
1.3 Життєвий цикл автоматизованих систем.....	7
1.4 Класифікація автоматизованих систем управління	8
ТЕМА 2. Характеристика і призначення інтегрованих систем управління	11
2.1 Інтегровані системи управління та їх характеристики	11
2.2 Структура інтегрованих автоматизованих систем управління технологічним процесом.....	13
2.3 Склад інтегрованої системи управління	16
ТЕМА 3. Інформаційне забезпечення АСУ.....	19
3.1 Склад інформаційного забезпечення.....	19
3.2 Організація інформаційної бази.....	20
3.3 Система класифікації та кодування.....	22
ТЕМА 4. Математичне забезпечення автоматизованих систем управління.	25
4.1 Склад математичного забезпечення АСУ.....	25
4.2 Моделі об'єктів управління	28
4.3 Методи визначення статистичних характеристик об'єктів управління.	26
4.4 Методи визначення кореляційних функцій	28
4.5 Методи визначення ентропії	30
4.6 Методи визначення спектральних характеристик об'єктів управління	31
ТЕМА 5. Алгоритмічне забезпечення автоматизованих систем управління.....	33
5.1 Алгоритми управління.....	33
5.2 Алгоритми первинної обробки інформації.....	33
5.3 Алгоритми вторинної обробки інформації.....	35
5.4 Алгоритми контролю	36
5.5 Цифрове регулювання	38
5.6 Алгоритми логічного управління	39
ТЕМА 6. Програмне забезпечення автоматизованих систем управління.	40
6.1 Склад та вимоги до програмного забезпечення АСУ.....	40
6.2 Інструментальні засоби для створення прикладного програмного забезпечення АСУ	41
6.3 Системи SCADA.....	43
6.4 Характеристики типових відомих систем моніторингу та управління	44
ТЕМА 7. Технічне забезпечення автоматизованих систем управління.	47
7.1 Склад і класифікація технічних засобів автоматизованих систем управління.	47
7.2 Елементи систем автоматики	48
7.3 Пристрої зв'язку з об'єктом	50
ТЕМА 8. Програмовані контролери і мікроконтролери в автоматизованих системах управління.....	54
8.1 Програмовані логічні інтегральні схеми як елементна база пристроїв управління.....	54
8.2 Мікроконтролери в системах управління	55
8.3 Програмовані логічні контролери	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	60

ВСТУП

У загальній проблемі підвищення ефективності процесів управління важливе місце належить впровадженню автоматизованих систем управління та їх багаторівневих ієрархічних комплексів або інтегрованих систем управління, побудованих на базі сучасних засобів автоматики та мікропроцесорної техніки [1– 4].

Тенденція переходу від автономних розподілених систем управління до інтегрованих систем управління виробництвом в межах підприємств і об'єднань остаточно сформувалась на початку ХХІ століття. Сучасні апаратно-програмні засоби забезпечують можливість об'єднання всіх рівнів ієрархії системи управління в єдину структуру на основі локальних обчислювальних мереж [1– 4].

Інтеграція автоматизованих систем визначається як спосіб організації окремих компонентів в одну систему, що забезпечує узгоджену і цілеспрямовану їх взаємодію, і розглядається в кількох аспектах: функціональному, організаційному, інформаційному, програмному, технічному, економічному [3 – 8]. Такі багаторівневі структури забезпечують комплексну автоматизацію управління на усіх рівнях і зумовлюють підвищення ефективності функціонування усієї системи управління [1 – 6, 9 –11].

Курс “Інтегровані системи управління” є професійно-орієнтованою дисципліною, мета викладання якої – сформувати у студентів знання з теорії та техніки автоматизованого управління, ієрархії та інтеграції систем, використовуючи знання методології, теорії та техніки побудови інтегрованих систем управління (ІСУ), а також ознайомити з різноманітними застосуваннями ІСУ.

Конспект лекцій містить питання загальних принципів побудови та структури інтегрованих автоматизованих систем управління, класифікацію автоматизованих систем управління, основні поняття, структуру та функції систем організаційного управління та автоматизованих систем управління технологічними процесами. Наведені математичні моделі об'єктів управління та методів обробки вимірювальної інформації у складі математичного забезпечення.

В окремих темах подано характеристики та склад інформаційного, математичного, алгоритмічного, програмного і технічного забезпечення інтегрованих систем управління. Розглянуто методи і засоби введення і виведення інформації, функціонування підсистем зв'язку з об'єктом, функції та особливості використання мікроконтролерів і програмованих логічних контролерів у системах автоматизованого управління.

Тема 1. Загальна характеристика автоматизованих систем управління

План

- 1.1 Системи управління та їх структура.
- 1.2 Автоматизовані системи управління.
- 1.3 Життєвий цикл автоматизованих систем.
- 1.4 Класифікація автоматизованих систем управління.

1.1 Системи управління та їх структура

Задачі, пов'язані з автоматизацією виробничих процесів, зводяться до створення систем управління машинами, агрегатами, верстатами, поточними лініями.

Система – це сукупність взаємопов'язаних елементів, що становить певну цілісність, єдність.

Управління – це сукупність цілеспрямованих дій, що включає оцінку ситуації та стану об'єкта управління, вибір керівних дій і їх реалізацію [1, 5 –7].

Управління є процесом організації такого цілеспрямованого впливу на об'єкт, при якому об'єкт переходить в необхідний стан.

Система управління (СУ) – сукупність ланок, які здійснюють управління, і зв'язків між ними [1, 5 –7].

У будь-якому процесі управління існує об'єкт, яким управляють (верстат, підприємство, галузь) і орган, який здійснює управління (технічний засіб, людина). У процесі управління цей орган отримує інформацію про стан зовнішнього середовища, де перебуває об'єкт і з яким він пов'язаний. Уся ця інформація сприймається управляючим органом, який виробляє на її основі управляючу інформацію (приймає рішення). На основі прийнятого рішення виконавчий орган чинить управляючий вплив на керований об'єкт.

Структурна схема системи управління наведена на рис.1.1.

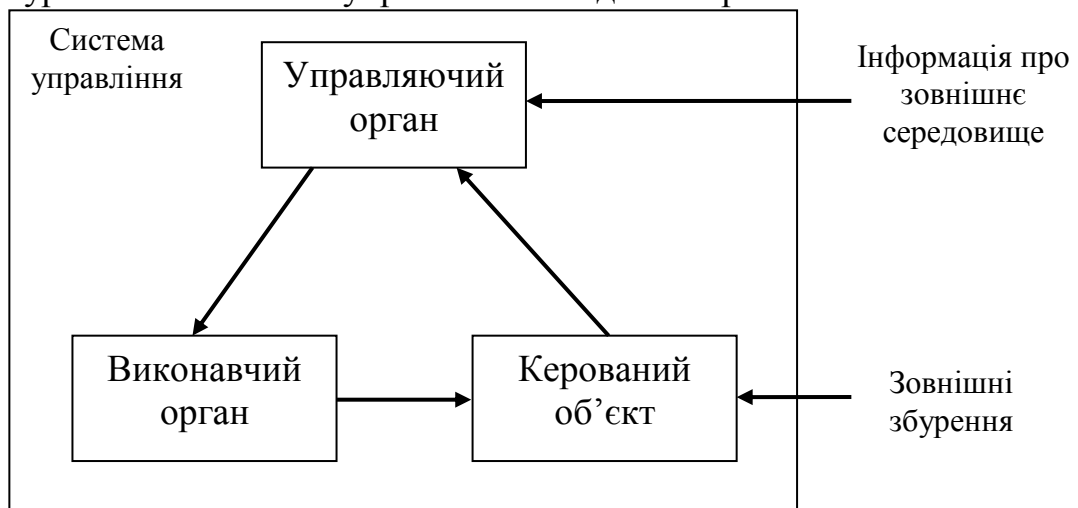


Рис.1.1. Структурна схема системи управління.

Об'єкт управління (ОУ) – умовно виокремлена частина системи, на яку впливає система управління для досягнення необхідного результату.

Управління завжди здійснюється для досягнення зазначеної мети, яка завжди конкретна для заданого об'єкта управління і пов'язана зі станом об'єкта

та середовища, в якому він перебуває.

Серед усіх видів інформації, що надходить до управляючого органу, надзвичайно важлива інформація, яка йде по лініях зворотного зв'язку від об'єкта управління. У системах управління зворотний зв'язок визначається як інформаційний зв'язок, за допомогою якого в управляючу частину надходить інформація про наслідки управління об'єктом, тобто інформація про новий стан об'єкта, який виник під впливом управляючих дій.

Автоматичне і автоматизоване управління.

Системи управління поділяються на два класи [1, 5–6]: системи автоматичного управління (САУ) і автоматизовані системи управління (АСУ). У САУ управління об'єктом або системою здійснюється автоматичними пристроями без безпосередньої участі людини.

Основні функції САУ: автоматичний контроль і вимірювання, автоматична сигналізація, автоматичний захист, автоматичний пуск і зупинка різних двигунів і приводів, автоматична підтримка заданих режимів роботи устаткування, автоматичне регулювання. На відміну від САУ в АСУ у сферу управління включена людина, на яку покладаються функції прийняття найважливіших рішень і відповідальності за прийняті рішення.

АСУ є людино-машинними системами, що використовують сучасні економіко-математичні методи, засоби електронно-обчислювальної техніки, а також нові організаційні принципи для пошуку і реалізації ефективного управління об'єктом.

1.2 Автоматизовані системи управління.

Початком створення автоматизованих інформаційних систем вважається 1963 рік, коли на великих підприємствах почали використовувати електронно-обчислювальні машини (ЕОМ) для розв'язування задач організаційно-економічного управління. У подальшому відбувалось поетапне створення і вдосконалення інформаційних систем (табл.1) [5, 6].

Етапи створення інформаційних систем

Таблиця. 1

Номер етапу	Період, роки	Назва етапу в нашій країні	Назва етапу в іноземній літературі
Перший	1963–1972	Створення АСУ (позадачний підхід)	Системи обробки даних
Другий	1972–1985	Створення і розвиток АСУ згідно з концепцією баз даних	Управлінські інформаційні системи
Третій	Початок 1985 (триває досі)	Створення інтегрованих АСУ, обчислювальних систем і мереж	Системи підтримки прийняття рішень

У середині 80-х років був накопичений досвід створення та використання інформаційних систем організаційного управління. Створено значну кількість автоматизованих систем управління технологічними процесами, систем

автоматизованого проектування конструкцій та технологій і розпочатий етап інтегрування АСУ у виробництво і на підприємства.

Автоматизована система управління – автоматизована система (АС), призначена для автоматизації процесів збирання та пересилання інформації про об'єкт управління, її перероблення та видачі керівних дій на об'єкт управління [7].

Автоматизована система управління – сукупність математичних методів, технічних засобів і організаційних комплексів, що забезпечують раціональне управління складним об'єктом або процесом відповідно до заданої мети [1, 5–8, 10 – 11].

Найважливіше завдання АСУ – підвищення ефективності управління об'єктом на основі зростання продуктивності праці та вдосконалення методів планування процесу управління.

Функції АСУ встановлюють у технічному завданні на створення конкретної АСУ на основі аналізу цілей управління, заданих ресурсів для їх досягнення, очікуваного ефекту від автоматизації і відповідно до стандартів, що поширюються на цей вид АСУ [8].

Функції АСУ в загальному випадку включають в себе наступні елементи:

- планування і прогнозування;
- облік, контроль, аналіз;
- координацію і регулювання.

АСУ повинна здійснювати наступні дії:

- збирання, обробку і аналіз інформації (сигналів, повідомлень, документів і т. п.) про стан об'єкту управління;
- вироблення управляючих дій (програм, планів і т. п.);
- передавання управляючих дій (сигналів, вказівок, документів) на виконання;
- реалізація і контроль виконання управляючих дій;
- обмін інформацією (документами, повідомленнями і т. п.) зі взаємозв'язаними автоматизованими системами.

Приклади АСУ: автоматизована система управління дорожнім рухом, автоматизована система управління вуличним освітленням, автоматизована система управління підприємством, система управління готелем.

1.3 Життєвий цикл АС

Життєвий цикл автоматизованої системи – сукупність взаємопов'язаних процесів створення та зміни стану АС від формування початкових вимог до неї до закінчення експлуатації та утилізації [7].

Життєвий цикл передбачає наступні стадії і етапи [12]:

1. Формування концепції АС.

- Обстеження об'єкту і обґрунтування необхідності створення АС; формування вимог користувача до АС; оформлення звіту про виконання робіт та заявки на розробку АС; вивчення об'єкта; проведення необхідних науково-дослідних робіт.

- Аналіз матеріалів і формування документації: розробка варіантів концепції АС і вибір варіанта концепції АС, що задовольняє вимогам користувачів; оформлення звіту про виконану роботу, розробка та затвердження технічного завдання на створення АС.
2. Розробка.
 - Ескізне проектування – розробка попередніх проектних рішень щодо систем і її частин; розробка документації на АС і її частини.
 - Технічне проектування: розробка проектних рішень щодо системи і її частин; розробка документації на АС і її частини; розробка та оформлення документації на поставку комплектуючих виробів; розробка завдань на проектування в суміжних частинах проекту.
 3. Реалізація.
 - Розробка робочої документації на АС і її частини; створення робочого проекту; підготовка інструкцій користувачів.
 - Програмування: розробка програмних модулів; тестування; коректування бази даних.
 4. Експлуатація.
 - Підготовка до введення в дію: підготовка об'єкта автоматизації, підготовка персоналу, комплектація АС програмними і технічними засобами, програмно-технічними комплексами, інформаційними виробами, будівельно-монтажні роботи, пусконаладжувальні роботи, проведення попередніх випробувань.
 - Проведення дослідної експлуатації.
 - Проведення приймальних випробувань.
 5. Супровід АС: супровід програмних засобів. Оперативне обслуговування, адміністрування базами даних.
 6. Зняття з експлуатації: припинення використання, демонтаж, архівування системи.

1.4 Класифікація автоматизованих систем управління.

Системи управління в промисловості, як і будь-які складні системи, мають ієрархічну структуру. Класифікацію АСУ проводять за різними ознаками [1 –3, 5–9, 11, 13].

За характером об'єкта управління АСУ поділяються на:

- АСУ підприємства (АСУП);
- АСУ технологічними процесами (АСУ ТП);
- АСУ територіальними організаціями;
- АСОУ (автоматизована система організаційного управління) – для управління колективами людей в економічних і соціальних системах.
- АСОД (автоматизована система обробки інформації);
- АСНТД – АС управління науково-технічними дослідженнями.

Найпоширенішими на сьогоднішній день є два види систем: АСУ підприємствами (АСУП) і АСУ технологічними процесами (АСУ ТП). АСУП і

АСУ ТП можуть функціонувати самостійно або об'єднуватись в одну систему, яка називається інтегрованою АСУ (ІАСУ).

Особливості автоматизованої системи управління підприємствами:

1. основними завданнями в АСУП є економічні завдання управління, постачання, реалізації, управління фінансовими коштами, трудовими ресурсами, бухгалтерський облік і статистична звітність;

2. в АСУП використовуються специфічна форма зберігання і руху інформації – документообіг; управляючими діями в АСУП є документи у формі наказів, розпоряджень, графіків, звітів і т. д.;

3. реалізація управляючих дій покладається на працівників і службовців.

Автоматизована система управління технологічними процесами – сукупність апаратно-програмних засобів, які здійснюють контроль і управління технологічними процесами; підтримують зворотний зв'язок; впливають на хід процесу при відхиленні його від заданих параметрів; забезпечують регулювання і оптимізацію керованого процесу.

Особливості АСУ ТП:

1. в АСУ ТП застосовується великий об'єм технічних засобів і більшість обчислювальних процесів;

2. АСУ ТП функціонує в режимі реального часу і здійснює дію на об'єкт в темпі технологічного процесу;

3. мета функціонування АСУ ТП – оптимізація роботи об'єкта управління шляхом формування і реалізації управляючих дій.

До складу АСУ ТП належать системи, які призначені для управління неперервним виробництвом, автоматизованими поточними лініями, комплексними лініями агрегатів і верстатів, системи з числовим програмним управлінням (ЧПУ), які об'єднуються в модулі і разом з транспортно-нагромаджувальними системами утворюють гнучкі виробничі системи (ГВС), автоматизовані системи контролю і регулювання.

Автоматизація використовується не тільки у промисловому виробництві. У науці створені автоматизовані системи наукових досліджень (АСНД) та системи автоматизованого проектування (САПР), які підвищують ефективність наукових розробок і кінцевих виробничих результатів.

Класифікація за рівнем управління:

- загальнодержавна автоматизована система (ЗДАС) – автоматизована система збору і обробки інформації для обліку, планування і управління народним господарством на базі державної мережі обчислювальних центрів (ДМОЦ) і єдиної автоматизованої системи зв'язку країни;
- галузева автоматизована система управління (ГАСУ) – АСУ міністерства або відомства, призначена для управління підвідомчими організаціями як автономно, так і у складі ЗДАС;
- територіальна АСУ – система, призначена для управління адміністративно-територіальним районом (республіки, краю, області, району, міста), як автономно, так і у складі ГАСУ і ЗДАС;

- АСУ виробничим об'єднанням (фірмою) призначена для управління виробничим об'єднанням (фірмою) як автономно, так і у складі ГАСУ і ЗДАС.
- АСУ підприємством (АСУП) призначена для управління підприємством як автономно, так і в складі АСУ, виробничим об'єднанням і АСУ фірмою.

Якщо підприємство розглядається як система верхнього рівня, то наступними рівнями будуть завод, цех (склад), виробнича ділянка; виробниче обладнання.

Стосовно рівнів управління об'єднанням розробляються наступні АСУ:

- АСУО,
- виробництвом,
- цехом,
- комплексом технологічних процесів,
- управління окремим технологічним процесом (АСУ ТП).

Чітка класифікація за рівнем управління відображає зв'язки між ієрархічними рівнями системи, створює передумови для продуктивного дослідження взаємного впливу параметрів цих зв'язків і визначення місця і ролі локальних АСУ в загальній системі автоматизованого управління.

За характером зміни керуючої дії АСУ виокремлюють наступні види:

- автоматичної стабілізації технологічних параметрів, керуюча дія в яких постійна; ці системи призначені для підтримки сталості деякого фізичного параметра (температури, тиску, швидкості обертання і т.д.);
- програмного управління, керуюча дія в яких змінюється за деяким наперед відомим законом (наприклад, за певною програмою може здійснюватися зміна швидкості обертання електроприводу, зміна температури виробу при термічній обробці і т.д.);
- слідкуючі, керуюча дія в яких змінюється за довільним, наперед невідомим законом (використовуються для управління параметрами об'єктів управління при зміні зовнішніх умов).

За характером виробництва розрізняють АСУП для підприємств з виробництвом неперервного типу; дискретного (дрібносерійне і одиничне виробництво) і неперервно-дискретного (поточно-масове та великосерійне виробництво).

Запитання для самоконтролю.

1. Означення системи управління.
2. У чому полягає відмінність системи автоматичного управління і автоматизованої систем управління?
3. Які основні етапи створення інформаційних систем?
4. Ознаки і функції АСУ.
5. Які ознаки покладено в основу класифікації АСУ?
6. Основні класи автоматизованих систем управління.

Тема 2. Характеристика і призначення інтегрованих систем управління.

План

- 2.1 Інтегровані системи управління та їх характеристики.
- 2.2 Структура інтегрованих автоматизованих систем управління технологічним процесом.
- 2.3 Склад інтегрованої системи управління.

2.1 Інтегровані системи управління та їх характеристики.

Передумови створення і впровадження інтегрованих АСУ.

Досвід функціонування АС першого та другого поколінь виявив у них ряд недоліків [5, 6].

1. Значна кількість функцій управління економікою, що стосуються неструктурованих і слабкоструктурованих задач, залишилась без застосування автоматизації.

2. Стандартний набір економічних завдань і підсистем АСУ не забезпечив її необхідної гнучкості, у зв'язку з чим модифікація та розширення функціонального складу системи потребують значних трудовитрат.

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

4. Недостатня кількість оптимізаційних завдань у складі АСУ пов'язана із незацікавленістю користувачів у застосуванні оптимізаційних методів; відсутністю надійної та вірогідної інформації для використання оптимізаційних розрахунків.

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

6. Системи не забезпечували оперативної взаємодії з ЕОМ керівників різних рівнів.

7. Упровадження систем не супроводжувалось необхідною перебудовою організаційних структур управління в умовах використання автоматизованої обробки даних.

Недоліки АС першого та другого поколінь спонукали до пошуків сучасних форм, розробки концептуальної основи АС нового покоління. Теорія і практика функціонування окремих об'єктів управління (підприємств, виробничих об'єднань) свідчила про доцільність об'єднання локальних АСУ, які реалізують окремі задачі автоматизації, в єдину інтегровану систему – інтегровану АСУ (ІАСУ). Тому наступний етап створення інформаційних систем, який почався з середини 80-х років ХХ ст., характеризується створенням інтегрованих систем.

Інтегрована система – сукупність двох або більше взаємопов'язаних систем, функціонування однієї з яких залежить від результатів функціонування

іншої (інших) так, що цю сукупність можна розглядати як єдину систему.

У літературі відомі декілька означень інтегрованої системи управління [3, 5, 7].

Інтегровані системи управління – це багаторівневі ієрархічні автоматизовані системи управління, які забезпечують комплексну автоматизацію останнього на усіх рівнях [7].

Інтегрована автоматизована система управління (ІАСУ) є ієрархічно організованим комплексом організаційних методів, технічних, програмних, алгоритмічних і інформаційних засобів, які мають модульну структуру і забезпечують наскрізне узгоджене управління матеріальними та інформаційними потоками об'єкта управління [6].

Під *інтегрованою системою управління* розуміють таку систему, в якій об'єднані обчислювальні, мережеві, апаратні та інші ресурси, необхідні для досягнення багатокритеріальної цілі управління підприємством. Інтегрована система управління об'єднує всі рівні ієрархії системи управління – нижній рівень, контролерний, диспетчерський і бізнес-рівень [3].

Центральним поняттям в інтегрованих АСУ є поняття «інтеграція». Інтеграцію можна визначити як спосіб організації окремих компонентів в одну систему, що забезпечує узгоджену і цілеспрямовану їх взаємодію, зумовлюючи велику ефективність функціонування усієї системи. Інтеграція в АСУ розглядається в кількох аспектах: функціональному, організаційному, інформаційному, програмному, технічному, економічному.

Інтегрована АСУ підприємством (об'єднанням) – це багаторівнева автоматизована система управління, яка призначена для комплексної автоматизації функцій управління інженерно-технічною, адміністративно-господарською, виробничо-технологічною і соціальною діяльністю промислових підприємств і забезпечує ефективніше розв'язання задач з планування, випуску, розробки, освоєння, виробництва і реалізації продукції.

Наприклад, до складу інтегрованої АСУ науково-виробничим об'єднанням належать локальні АСУ: автоматизовані системи управління об'єднанням (АСУО), підприємствами (АСУП), цехами, дільницями, АСУ технологічними процесами (АСУ ТП), системи автоматизованого проектування конструкторського (САПР-К) і технологічного (САПР-Т) призначення, автоматизовані системи наукових досліджень (АСНД) та інші види АСУ.

На промислових підприємствах і об'єднаннях в ІАСУ поєднуються автоматизація розв'язування економіко-організаційних задач управління з автоматизацією управління технологічними процесами та гнучкими автоматизованими виробництвами, проектуванням виробів і технологічних процесів тощо.

Інтеграція полягає в об'єднанні окремих частин, підсистем, систем у рамках однієї системи, яка охоплює інформаційні аспекти управління на основі загального програмно-технічного, інформаційного і організаційного забезпечення.

ІАСУ – складна людино-машинна система, в якій поєднуються машинна обробка інформації та автоматизація прийняття рішень з діяльністю людини, яка відіграє роль оператора, керівника, експерта. Роль людини навіть за дуже високого рівня автоматизації управління є провідною, оскільки вона завжди виконує найважливіші функції управління – вибір мети і критеріїв планування і управління, пошук альтернатив у досягненні мети, обґрунтування методів прийняття рішень і т. д.

Основні положення для створення інтегрованої АСУ.

1. В основу побудови ІАСУ повинні бути покладені комплексні економіко-математичні моделі, які охоплюють увесь цикл планування та управління випуском продукції.

2. Системи повинні орієнтуватися на децентралізовану (розподілену) обробку інформації.

3. З урахуванням тенденцій до створення акціонерних товариств і науково-виробничих комплексів слід провести чіткий розподіл системи на ієрархічні рівні.

4. АС повинна забезпечити реалізацію багатоваріантного вибору рішень у режимі діалогу управлінського персоналу з ЕОМ.

5. Система повинна забезпечити синхронізацію технологічних процесів у виробництві та управлінні ними. При цьому необхідно забезпечити максимальний просторовий і часовий збіг фаз виникнення та обробки даних з фазами прийняття рішень.

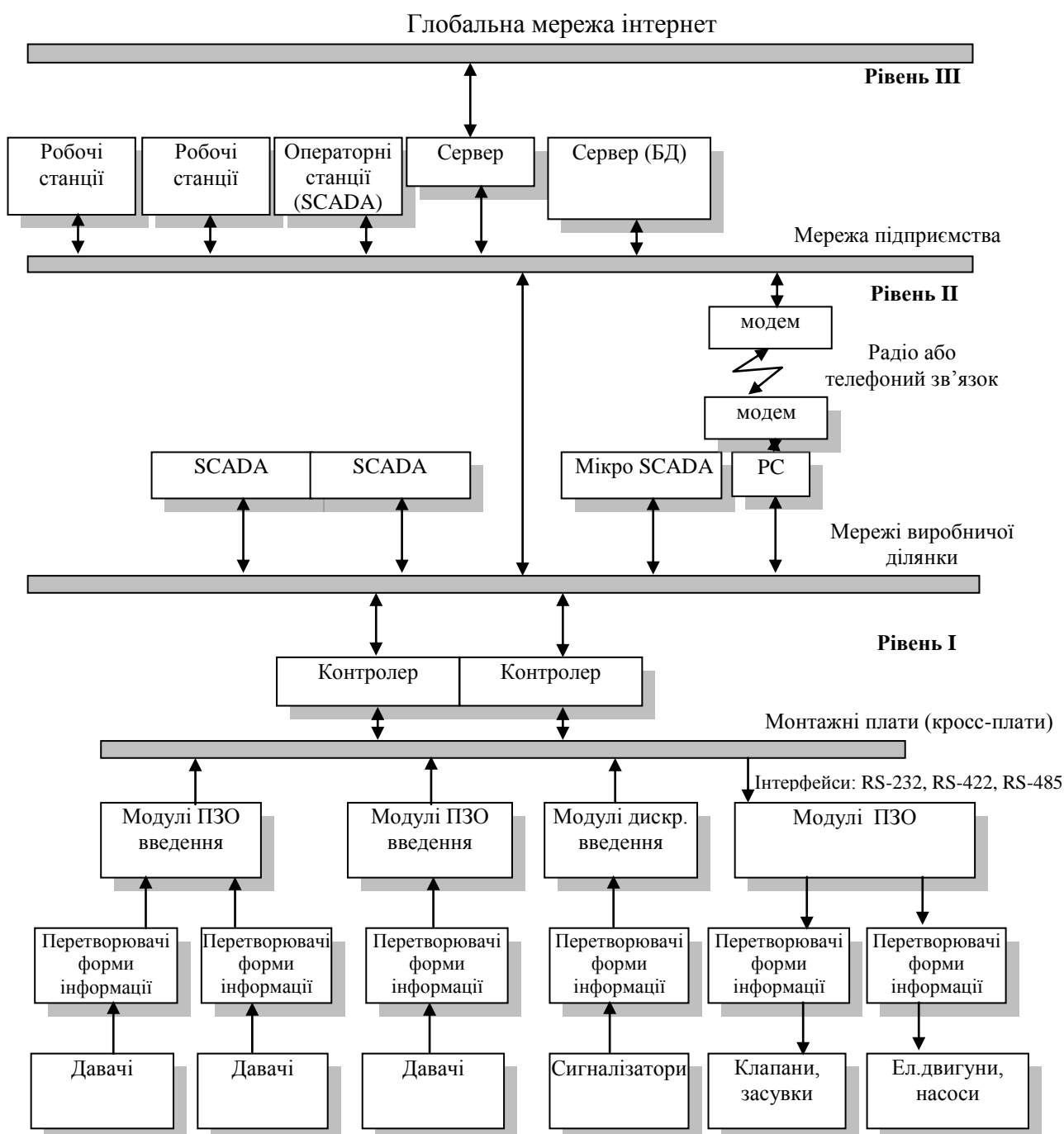
6. Система повинна мати засоби організації інформаційної бази ІАСУ, які забезпечують одержання нормативної інформації засобами САПР виробів і технологій.

2.2 Структура інтегрованих автоматизованих систем управління технологічним процесом

Сучасна інтегрована автоматизована система управління технологічним процесом є багаторівневою людино-машинною системою управління. Узагальнена трирівнева структура інтегрованих автоматизованих систем управління на прикладі АСУ ТП наведена на рис. 2.2.

У СУ виділяють три основних рівні, оскільки саме на цих рівнях реалізується безпосереднє управління технологічними процесами. Специфіка кожної конкретної системи управління визначається використовуваними на кожному рівні програмно-апаратними засобами.

1) *Нижній рівень* – рівень давачів, виконавчих механізмів і контролерів, які встановлюються безпосередньо на технологічних об'єктах. Їх функції полягають в отриманні інформації про параметри процесу, перетворенні їх у відповідну форму для передавання на вищий рівень, а також в прийманні керуючих сигналів і у виконанні відповідних дій електроприводами і виконавчими механізмами.



* ПЗО – пристрій зв'язку з об'єктом

Рис. 2.2. Трирівнева структура інтегрованої автоматизованої системи управління.

Задачами рівня є:

- збирання інформації про вимірювані технологічні параметри процесу;
- вироблення керуючих дій на технологічний процес з метою підтримки технологічних параметрів у заданих значеннях або зміни їх за певними законами;
- сигналізація про вихід параметрів за задані межі;
- блокування помилкових дій персоналу і керуючих пристроїв;

- протиаварійний захист процесу за фактом аварійних подій.

Давачі передають інформацію локальним програмованим логічним контролерам (ПЛК, PLC – Programming Logical Controller), які можуть виконувати наступні функції:

- збирання і обробка (первинна обробка) інформації про параметри технологічного процесу;
- управління електроприводами й іншими виконавчими механізмами;
- розв’язання задач автоматичного логічного управління і ін.

Рекомендується використовувати контролери з операційними системами реального часу (ОСРЧ).

2) Середній рівень – рівень виробничої ділянки (цеху).

Інформація з локальних контролерів може прямувати в мережу диспетчерського пункту безпосередньо, а також через контролери середнього рівня (рис. 2.2). Залежно від поставленої задачі контролери середнього рівня (концентратори, інтелектуальні або комунікаційні контролери) виконують різні функції:

- збирання інформації з контролерів нижнього рівня, її обробка;
- вироблення сигналів управління на основі аналізу інформації;
- синхронізація роботи підсистем;
- архівування інформації;
- обмін інформацією між локальними контролерами і верхнім рівнем;
- робота в автономному режимі при порушеннях зв’язку з верхнім рівнем;
- визначення налаштувань керуючих пристроїв, локальних регуляторів підсистем першого рівня;
- діагностика і захист від збоїв в елементах підсистем нижнього рівня.

3) Верхній рівень – диспетчерський пункт (ДП) – включає, перш за все, одну або декілька станцій управління, що є автоматизованим робочим місцем (АРМ) диспетчера/оператора. На верхньому рівні може бути розміщений сервер бази даних, робочі місця (комп’ютери) для фахівців і т.д. Часто як робочі станції використовуються персональні ЕОМ (ПЕОМ).

Станції управління призначені для відображення ходу технологічного процесу і оперативного управління. Ці задачі вирішують SCADA – системи (Supervisory Control And Data Acquisition – дистанційне керування і збір даних). Загальною назвою SCADA визначають системи дистанційного моніторингу і управління. SCADA – це спеціалізоване програмне забезпечення, орієнтоване на забезпечення інтерфейсу між диспетчером і системою управління, а також комунікацію із навколишнім середовищем.

Спектр функціональних можливостей визначається функціями SCADA в системах управління і реалізований практично в усіх пакетах:

- автоматизована розробка, що дає можливість створення програмного забезпечення системи автоматизації без реального програмування;
- засоби виконання прикладних програм;

- збір первинної інформації від пристроїв нижнього рівня;
- обробка первинної інформації;
- реєстрація алармів і історичних даних;
- зберігання інформації з можливістю її пост-обробки (реалізується через інтерфейси до баз даних);
- візуалізація інформації у вигляді мнемосхем, графіків і т.п.;

На цьому рівні здійснюється контроль за виробництвом продукції і оптимізація за техніко-економічними і економічними показниками. Цей процес включає збір даних, що поступають з виробничих ділянок, їх накопичення, обробку і видачу керуючих директив нижнім ступеням.

Завдання управління даного рівня:

- оптимізація економічних показників виробництва;
- управління за економічними і техніко-економічними показниками;
- зведення матеріальних балансів;
- архівування інформації;
- складання виробничих планів і т.д.

В узагальненій структурі систем управління також використовується поняття Micro-SCADA. Micro-SCADA – це системи, що реалізують стандартні (базові) функції, властиві SCADA-системам верхнього рівня, але орієнтовані на розв'язання задач автоматизації в певній галузі (вузькоспеціалізовані). У протилежність їм SCADA-системи верхнього рівня є універсальними.

2.3 Склад інтегрованої системи управління.

В АСУ виокремлюють дві частини: забезпечуючу і функціональну. Склад цих частин регламентується Державним стандартом та іншими керівними й методичними матеріалами зі створення АСУ [7].

Забезпечуюча частина АСУ складається з підсистем, які автоматизують розв'язування задач з використанням ЕОМ та інших технічних засобів управління в установлених режимах функціонування. Склад забезпечуючої частини АСУ, як правило, однорідний для різних систем. Це дає можливість реалізувати принцип сумісності різних систем у процесі їх функціонування. Обов'язковими елементами забезпечення АСУ є інформаційне, лінгвістичне, технічне, програмне, математичне, правове, організаційне та ергономічне [1, 3, 5 – 8, 10 – 12].

Інформаційне забезпечення АСУ (ІЗ) – це сукупність проектних рішень за розмірами, розміщенням, формами організації інформації, яка циркулює в АСУ. Воно містить сукупність показників, форм документів, класифікаторів, нормативної бази, а також персонал, який забезпечує надійність зберігання, своєчасність і якість технології обробки інформації.

Лінгвістичне забезпечення (ЛЗ) об'єднує сукупність мовних засобів для формалізації природної мови, побудови і поєднання інформаційних одиниць у процесі спілкування персоналу АСУ із засобами обчислювальної техніки. За допомогою лінгвістичного забезпечення здійснюється спілкування людини з

машиною. ЛЗ включає інформаційні мови для опису структури одиниць інформаційної бази АСУ; мови управління та маніпулювання даними інформаційної бази АСУ; мовні засоби інформаційно-пошукових систем; мовні засоби автоматизації проектування АСУ; діалогові мови спеціального призначення та інші мови; систему термінів і визначень, які використовуються в процесі розробки й функціонування АСУ.

Технічне забезпечення АСУ (ТЗ) – це сукупність усіх технічних засобів (технічні засоби збору, реєстрації, передавання, обробки, відображення інформації, оргтехніки та ін.), які використовуються при функціонуванні АСУ. Структурними елементами ТЗ поряд з технічними засобами є також методичні і керівні матеріали, технічна документація і персонал, який обслуговує технічні засоби.

Програмне забезпечення АСУ (ПЗ) містить сукупність програм на носіях і даних, яка призначена для налагодження, функціонування й перевірки АСУ. До складу ПЗ входять загальносистемні і спеціальні програми, а також інструктивно-методичні матеріали щодо застосування програмного забезпечення і персонал, який розробляє його й організує супровід протягом життєвого циклу АСУ. До системного ПЗ належать програми, призначені для організації обчислювального процесу та розв'язування основних задач обробки даних. Такі програми дозволяють розширювати функціональні можливості ЕОМ, автоматизувати планування черги обчислювальних робіт, контроль і управління процесом обробки даних.

Спеціальне ПЗ – це сукупність програм, які розроблюються для конкретної АСУ. Воно містить пакети прикладних програм (ППП), які виконують організацію даних і їх обробку при розв'язуванні функціональних задач АСУ.

Математичне забезпечення АСУ (МЗ) – це сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів обробки інформації, які використовуються при розв'язуванні функціональних задач і в процесі автоматизації проектних робіт АСУ. До них належать засоби моделювання процесів управління, методи і засоби розв'язування типових задач управління, методи оптимізації управлінських процесів і прийняття рішень (методи багатокритеріальної оптимізації, математичного програмування, математичної статистики, теорії масового обслуговування і т. д.). Технічна документація з цього виду забезпечення АСУ містить описи задач, завдання для алгоритмізації, економіко-математичні моделі задач, текстові і контрольні приклади їх розв'язування. Персонал становлять спеціалісти з організації управління об'єктом, постановники задач управління, спеціалісти з обчислювальних методів, проектувальники АСУ.

Організаційне забезпечення АСУ (ОЗ) – це комплекс документів, які регламентують діяльність персоналу АСУ в умовах функціонування. У процесі розв'язування задач управління даний вид забезпечення визначає взаємодії працівників АСУ з технічними засобами та між собою. ОЗ реалізується в методичних і керівних документах за стадіями розробки, впровадження, функціонування і супроводження АСУ.

Правове забезпечення АСУ є сукупністю правових норм, які регламентують правовідносини при створенні й упровадженні АСУ. Правове забезпечення на етапі розробки АСУ охоплює нормативні акти, які пов'язані з договірними відносинами підрядника і замовника в процесі створення АСУ, з правовим регулюванням різних відхилень у ході цього процесу, а також зумовлені потребою забезпечити процес розробки АСУ різними видами ресурсів.

Ергономічне забезпечення АСУ (ЕЗ) – це сукупність методів і засобів, які використовуються на різних етапах розробки та функціонування АСУ, призначене для створення оптимальних умов високоефективної і безпомилкової діяльності людини, спрямованої на швидше освоєння цієї системи. До складу ЕЗ входять: комплекс різноманітної документації, яка містить ергономічні вимоги до робочих місць, інформаційних моделей, умов діяльності персоналу, а також набір найдоцільніших способів реалізації цих вимог і здійснення ергономічної експертизи рівня їх реалізації; комплекс методів, навчально-методичної документації і технічних засобів, які забезпечують обґрунтованість вимог до рівня підготовки персоналу, і т. д.

Сукупність усіх компонентів АС, за винятком людей, утворює комплекс засобів автоматизації автоматизованої системи.

Сукупність засобів обчислювальної техніки, програмного забезпечення і засобів створення і наповнення машинної інформаційної бази АС є програмно-технічним комплексом (ПТК) автоматизованої системи.

Програмно-технічний комплекс АС, призначений для автоматизації діяльності певного виду, є автоматизованим робочим місцем (АРМ). Видами АРМ, наприклад, є АРМ оператора-технолога, АРМ проектувальника, АРМ бухгалтера та ін.

Запитання для самоконтролю.

1. Мета створення інтегрованих АСУ.
2. Аспекти інтеграції АСУ.
3. Структура інтегрованої системи управління.
4. Характеристика інтегрованих систем управління.
5. Основні положення створення інтегрованої АСУ.
6. Структура інтегрованої АСУ ТП.
7. Особливості завдань різних рівнів інтегрованої системи управління.
8. Характеристика елементів забезпечення ІСУ.
9. Склад технічного забезпечення ІСУ.
10. Склад програмного забезпечення ІСУ.

Тема 3. Інформаційне забезпечення автоматизованих систем управління

План

- 3.1 Склад інформаційного забезпечення.
- 3.2 Організація інформаційної бази.
- 3.3 Система класифікації та кодування.

3.1 Склад інформаційного забезпечення.

Системи управління, до яких належать й автоматизовані системи управління, здійснюють оброблення інформації про стан керованого об'єкта і зовнішнього середовища та передавання інформації про прийняті й керуючі впливи.

Інформаційне забезпечення автоматизованої системи – це інформаційна база і засоби її організації та реалізації [7].

Інформаційне забезпечення АСУ – сукупність єдиної системи класифікації та кодування техніко-економічної інформації, уніфікованих систем документації і масивів інформації, які використовуються в автоматизованих системах управління, в тому числі форми документів, відеограм, масивів і інтерфейси або протоколи обміну даними [1, 7, 8].

Таким чином, інформаційне забезпечення АСУ утворюють сукупність даних; мовних засобів опису даних; методів організації, зберігання, накопичення та доступу до інформаційних масивів, що забезпечують відображення всієї інформації, необхідної в процесі вирішення функціональних задач АСУ, та довідкової інформації абонентам системи [1, 5 – 9, 11, 13].

Інформаційне забезпечення інтегрованої АСУ містить наступні складові (рис.3.1):

- систему класифікації та кодування (Єдина система класифікації і кодування; система класифікації і кодування галузі; система класифікації і кодування підприємства; система класифікації і кодування АСУ ТП);
- систему документації (Єдина уніфікована система документації; система документації АСУ галузі; система документації АСУП; система документації САПР; система документації АСУ ТП);
- інформаційну базу ІАСУ (інформаційна база АСУ галузі; інформаційна база САПР; інформаційна база АСУ ТП).

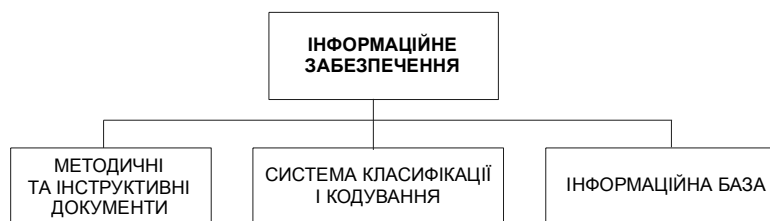


Рис.3.1. Структура інформаційного забезпечення.

Усі дані систематизуються в інформаційну базу системи – сукупність

упорядкованої інформації, використовуваної при функціонуванні АС.

До складу інформаційної бази входять нормативні та довідкові дані, що становлять інформаційний базис системи; поточні відомості про стан керованого об'єкта або процесу; поточні відомості, що надходять ззовні системи і вимагають відповідної реакції системи або впливають на алгоритми вироблення рішень; облікові і архівні відомості, необхідні для планування та розвитку системи [1, 5 –7, 11, 13].

Методичні та інструктивні матеріали ІС – це сукупність державних стандартів, галузевих керівних методичних матеріалів і розроблених проектних рішень щодо створення й супроводження інформаційного забезпечення.

Системи класифікації і кодування – це перелік описів і систем супроводження класифікаторів техніко-економічної інформації на економічному об'єкті.

Вимоги до інформаційного забезпечення визначені у державному стандарті [12].

3.2. Організація інформаційної бази

Інформаційна база автоматизованої системи – сукупність впорядкованої інформації, використовуваної при функціонуванні АС [7].

Машинна інформаційна база автоматизованої системи – частина інформаційної бази АС, що зберігається в ЕОМ.

Машинна інформаційна база складається з інформаційних масивів, які можуть бути організовані у вигляді окремих незалежних між собою, локальних інформаційних масивів, чи у вигляді бази даних, тобто інтегрованої сукупності пов'язаних між собою масивів, якими керує система керування базами даних [1, 5 – 8, 11].

Масив – це ідентифікована сукупність примірників логічно пов'язаних між собою даних, які містяться поза програмою у зовнішній пам'яті і доступні програмі за допомогою спеціальних операцій.

Основними елементами системи інформаційного забезпечення АСУ є інформаційні масиви, призначені для постійного або тимчасового зберігання інформації, якою обмінюються між собою зовнішні і внутрішні відносно системи джерела і споживачі інформації.

Основними елементами масивів є записи – найменші елементи масиву, якими оперують користувачі масиву при опрацюванні інформації. Найменший елемент запису, що має єдине смислове значення, – інформаційне поле.

Масиви інформаційного забезпечення АСУ класифікують за різними ознаками. Основними класифікаційними ознаками масивів є семантичний зміст, технологія використання, носій інформації, технічні характеристики.

За семантичним або смисловим змістом розрізняють масиви:

- інформації, необхідної для підтримки заданих експлуатаційних характеристик ЕОМ,
- підпрограм операційної системи і тестових програм;

- типових програм, використовуваних для розв'язування на ЕОМ ряду завдань, що складають так звану бібліотеку стандартних програм;
- програм, використовуваних для розв'язування на ЕОМ індивідуальних завдань;
- даних, що обробляються на ЕОМ і використовуються в процесі функціонування АСУ.

Із перерахованих три типи масивів складають програмне забезпечення ЕОМ і АСУ. Останній тип масивів містить дані, використовувані і оброблювані в процесі роботи АСУ.

За технологією використання розрізняють вхідні, вихідні і внутрішні інформаційні масиви.

Вхідні масиви містять вихідні та поточні дані, а також запити на вирішення завдань.

Вихідні інформаційні масиви зазвичай визначаються умовами, що містяться в технічних завданнях на розробку АСУ, і містять інформацію, виведену з ЕОМ і призначену для подальшого використання.

Внутрішні інформаційні масиви поділяють на постійні, допоміжні, проміжні, поточні, службові.

База даних – поіменована структурована сукупність даних, що відносяться до конкретної предметної галузі [7].

Система керування базами даних (СКБД) – комплекс програм та мовних засобів, призначених для створення баз даних, підтримання їх в актуальному стані та організації санкціонованого доступу до них.

У процесі реалізації інформаційної технології БД і СКБД потребують систематичного обслуговування та підтримки в робочому стані (супроводі). Функціонування баз даних під управлінням СКБД є взаємодією складного організаційного комплексу, який називається *автоматизованим банком даних* (АБД).

АБД – це система інформаційних, математичних, програмних, мовних, організаційних і технічних засобів, які необхідні для інтегрованого нагромадження, зберігання, ведення, актуалізації, пошуку і видачі даних [1, 7].

Основними складовими компонентами АБД є БД і СКБД.

Для роботи з розподіленими БД створюються спеціальні системи керування розподіленими БД (СКРБД). Основною вимогою до СКРБД є забезпечення максимальної незалежності прикладних програм САПР від локалізації даних в мережі. Основою СКРБД є каталоги, в яких зберігається інформація про структуру мережі, описи локальних СУРБД. Локальні СКРБД створюються однотипними, інакше необхідно використовувати деяку проміжну інтерфейсну СКРБД, через яку забезпечується взаємодія локальних СКРБД.

Позамашинна інформаційна база автоматизованої системи – частина інформаційної бази АС, у вигляді сукупності документів, призначених для безпосереднього сприйняття людиною без використання засобів обчислювальної техніки.

До складу позамашинної інформаційної бази входять нормативно-

довідкові документи, документи із плановою, обліковою та іншою інформацією, необхідною для створення й функціонування всієї системи.

Основним носієм позамашиної інформаційної бази економічної інформації є первинний документ. Це пояснюється тим, що паперові документи легко підписати, вони мають юридичну силу та тривалий час можуть зберігатися без небезпеки втрати зафіксованої в них інформації.

Позамашинна інформаційна база повинна забезпечувати належну ефективність реєстрації та передавання інформації; одноразовість і незалежність від використовуваних інформаційних задач та спеціалістів із введення даних; достовірність і точність даних; своєчасність і повноту надходження даних для обробки; можливість усунення надмірності інформації на носіях.

3.3. Система класифікації та кодування

Для однозначного подання даних і забезпечення ефективного пошуку та ідентифікації даних в пам'яті ЕОМ використовують засоби класифікації та кодування даних [5 – 9].

Кодування – створення і присвоєння коду класифікаційній групі та об'єкту класифікації.

Матеріальним відображенням класифікації і кодування є класифікатор.

Класифікатор – семантичне зведення, перелік будь-яких об'єктів, який дозволяє знаходити кожному з них своє місце і певне значення.

Система класифікації – сукупність правил і результат поділу заданої множини на підмножини [8].

Класифікація – поділ заданої множини на підмножини відповідно до прийнятих методів класифікації. Підмножини, отримані в результаті поділу заданої множини за одною або декількома ознакам класифікації, називають класифікаційними угрупованнями [8].

Об'єкт класифікації – елемент класифікованої множини.

Ознака класифікації – властивість або характеристика об'єкта, за якою виконується класифікація.

Класифікаційним групам в різних системах класифікації і присвоюють різні найменування:

- класи, підкласи;
- групи, підгрупи;
- види, підвиди;
- роди, сімейства, класи.

Число ступенів класифікації називають глибиною класифікації.

Після завершення класифікації здійснюють кодування – утворення і присвоєння позначення об'єкту класифікації. Таке умовне кодове позначення називають кодом.

Код – знак або сукупність знаків, узятих для позначення класифікаційного угруповання і об'єкта класифікації.

Алфавіт (абетка) коду – система знаків, узятих для створення коду.

Структура коду – умовне позначення складу та послідовності розміщення знаків у коді.

Кількість знаків у кодовому позначенні називають довжиною коду.

Підтримання класифікатора в вивіреному стані, з урахуванням постійно виникаючих змін і доповнень, називають веденням класифікатора.

Класифікація сигналів і кодів АСУ ТП [9].

Інформація в АСУ ТП подається різними способами: у формі електричних, пневматичних, гідравлічних, світлових і звукових сигналів, переміщень органів управління, положення виконавчих механізмів, друкованих документів, зображень.

За формою подання інформації розрізняють електричні сигнали, пневматичні сигнали та сигнали зображень.

Оскільки основними елементами АСУ ТП є технічні засоби (машина) і оператор (людина), то за призначенням сигналів виокремлюють три групи:

- сигнали взаємодії людини з технічними засобами,
- сигнали взаємодії між автономними технічними засобами,
- сигнали взаємодії між елементами всередині технічних засобів.

За формою подання сигнали поділяють на аналогові та дискретні.

За ознакою типу аналізатора або органу відчуття сигнали класифікують за впливом на органи зору та впливом на органи слуху.

За ознакою виду інформації виділяють коди технологічної інформації та коди економічної інформації.

Технологічна інформація є основою АСУ ТП, а значна частина даних, якими обмінюється оператор з керівниками має економічний характер.

Основні групи сигналів та кодів АСУ ТП.

1. Сигнали і коди, які використовує персонал. Технічні засоби впливають на людину у формі світлових сигналів, зображень, друкованих документів і звукових сигналів. Людина сприймає сигнали органами відчуттів (зором або слухом) і впливає на технічні засоби за допомогою рук або голосом. Для відображення інформації використовуються наступні види алфавітів: форма знаків, розмір, просторова орієнтація, довжина і орієнтація ліній, число точок, букви, цифри, колір, яскравість.

2. У системі класифікації та кодування техніко-економічної інформації систематизовані найменування показників, які розкривають смисл даних, що характеризують процеси управління, наприклад, об'єм виробництва продукції, обсяг будівельно-монтажних робіт, кількість підприємств. Для кодування економічної інформації використовують цифрові, алфавітно-цифрові і алфавітні коди: порядковий, серійний, десятковий, спеціальний та ін.

3. Сигнали і коди для збору і виведення даних. Сигнали вимірюваних параметрів подаються в цифровій або аналоговій формі. При первинному перетворенні із аналогової форми інформації у цифрову використовуються унітарний, розрядно-позиційний, двійковий (Радемахера), одинично-десятковий, двійково-десятковий код, код Грея. Коди вихідних сигналів при відповідному перетворенні повинні бути двійковим (Радемахера), двійково-

десятковим або одинично-десятковим.

4. При передаванні даних між незалежними технічними засобами використовуються заводозахищені коди.

Запитання для самоконтролю.

1. Назвати складові інформаційного забезпечення АСУ.
2. Вимоги до інформаційного забезпечення.
3. Охарактеризувати основні види масивів.
4. Що таке база даних, система керування базами даних, автоматизований банк даних?
5. Класифікація інформації в АСУ.
6. Кодування інформації в АСУ.
7. Ознаки класифікації сигналів і кодів АСУ.
8. Основні групи кодів.

Тема 4. Математичне забезпечення автоматизованих систем управління.

План

4.1 Склад математичного забезпечення АСУ.

4.2 Моделі об'єктів управління.

4.3 Методи визначення статистичних характеристик об'єктів управління.

4.4 Методи визначення кореляційних функцій.

4.5 Методи визначення ентропії.

4.6 Методи визначення спектральних характеристик об'єктів управління.

4.1 Склад математичного забезпечення АСУ.

Математичне забезпечення АСУ – це сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів обробки інформації, які використовуються при розв'язуванні функціональних задач і в процесі автоматизації проектних робіт АСУ. До них належать засоби моделювання процесів управління, методи і засоби розв'язування типових задач управління, методи оптимізації управлінських процесів і прийняття рішень: математичного програмування, методи багатокритеріальної оптимізації, математичної статистики, теорії масового обслуговування і т. д. [1,5 – 7, 9 – 11].

Математичне програмування охоплює область математики, яка розробляє теорію і прикладні методи розв'язування екстремальних задач з обмеженнями на змінні. Методи математичного програмування включають лінійне програмування, динамічне програмування, градієнтні методи оптимізації, метод множників Лагранжа, цілочисельне програмування, опукле програмування, комбінаторне програмування, нелінійне програмування [9].

Багатокритеріальна оптимізація охоплює область математики, яка розробляє методи розв'язування екстремальних задач за наявності багатьох критеріїв.

Теорія масового обслуговування (теорія черг) – розділ теорії ймовірностей, метою досліджень якого є раціональний вибір структури системи обслуговування та процесу обслуговування на основі вивчення потоків вимог на обслуговування, що надходять у систему і виходять з неї, тривалості очікування і довжини черг. У теорії масового обслуговування використовуються методи теорії ймовірностей та математичної статистики.

Основою побудови алгоритмів управління є математичні методи, які поділяються на дві групи: методи побудови математичних моделей процесів і методи оцінки і оптимізації стану об'єкта управління [11].

Вид математичної моделі і спосіб її розробки вибирають на основі апріорної інформації про об'єкт моделювання та цілей використання моделей.

Властивості об'єктів управління найчастіше змінюються в часі випадковим чином, отже, й сигнали характеристик є випадковими величинами.

Властивості таких сигналів вивчають на основі теорії випадкових процесів як моделей сигналів.

У сучасних методах побудови математичних моделей АСУ ТП структуру моделі визначає дослідник, а характеристики моделі визначають методами кореляційного і регресійного аналізу, математичного експерименту, спектрального аналізу.

Технічна документація з математичного забезпечення АСУ містить описи задач, завдання для алгоритмізації, економіко-математичні моделі задач, текстові і контрольні приклади їх розв'язування.

4.2 Моделі об'єктів управління.

Джерелами інформації (ДІ) в автоматизованих системах є технологічні та фізичні процеси, природні явища, сигнали, моделі, алгоритми, структури, носії даних та інші.

До фізичних компонентів джерел інформації належать сенсори, давачі, мікроконтролери, абонентські пункти, люди-оператори, мікропроцесори, спеціалізовані процесори, персональні комп'ютери, процесорні кластери та інші програмно-апаратні засоби [10].

Математичними та віртуальними ДІ є сигнали, процеси, алгоритми, моделі руху даних та їх похідні, функціональні структури, архітектури розподілених комп'ютерних систем, моделі стаціонарних, квазістаціонарних та нестаціонарних об'єктів управління [10].

Об'єкт управління (ОУ) адекватно може бути описаний характеристичними параметрами: часом, ентропією, моделлю об'єкта та системними функціями [9 – 11].

Найважливішими системними характеристиками об'єктів управління є модель об'єкта та системні функції.

В загальному випадку кожен ОУ, який може бути джерелом інформації, середовищем передавання, оброблення та зберігання даних, а також приймачем інформації може бути в повній мірі описаний характеристичним функціоналом [10]:

$$D_{OY} = F(X(t), M_x, D_x, \sigma_x, R_{xx}, R_{xy}, S(\omega), K_{ij}, ЛСИМ, I_x),$$

де $X(t)$ – поточне значення параметра, M_x – математичне сподівання, D_x – дисперсія, σ_x – середньоквадратичне відхилення, K_{xx} – автокореляційна функція, K_{xy} – взаємкореляційна функція, M_{ij} – матриця нормованих коефіцієнтів взаємкореляції, $S(\omega)$ – спектральні моделі, K_{ij} – матриця імовірностей переходу в різні стани, ЛСИМ – логіко-статистична інформаційна модель, I_x – ентропійна модель.

Найважливіші типи моделей об'єктів управління (ОУ):

1) сигнальні аналогові $M = X(t)$.

Процес, який описує стани ДІ може бути неперервним або мати дискретний характер. Тому інформаційні моделі ДІ поділяються на дві групи: аналогові та дискретні.

Існують три способи переходу від аналогової величини $x(t)$ до дискретної x_i

$$x_i = \hat{E} \left[\frac{x(t)}{\Delta} \right]; \quad x_i = \overset{\vee}{E} \left[\frac{x(t)}{\Delta} \right]; \quad x_i = \tilde{E} \left[\frac{x(t)}{\Delta} \right],$$

де \hat{E} , $\overset{\vee}{E}$, \tilde{E} – цілочисельні функції з округленням відповідно до більшого, меншого і найближчого цілого; Δ – крок квантування.

2) Сигнальні дискретизовані і квантовані $M = \{X_i\}$, $i \in 1, \dots, n$, $0 \leq X_i \leq A$, де X_i – дискретизоване і квантоване значення параметра об'єкта управління, n – об'єм вибірки, A – діапазон квантування.

3) Дискретні диференціальні $M = \Delta X_i = X_{i+1} - X_i$.

4) Дискретні інтегральні $M = \sum_{i=1}^k X_i$, k – число підсумовувань станів ОУ.

5) Статистичні.

6) Автокореляційні.

7) Взаємкореляційні моделі між двома параметрами ОУ.

8) Спектральні.

4.3 Методи визначення статистичних характеристик об'єктів управління

Результати аналізу технологічних процесів свідчать, що вихідна змінна має складну залежність від параметрів і часу. Одними із найросповсюдженіших і ефективних засобів аналізу дискретних ДІ є статистичні моделі. В першу чергу – це оцінки математичного сподівання та середнє по ансамблю. Оцінка середнього по ансамблю потребує наявності певної кількості реалізацій, тому може використовуватись для статистичного аналізу повідомлень після їх отримання [10, 11].

У розподілених комп'ютерних системах реального часу на низових контролерних рівнях широко використовується модель математичного сподівання, класичним варіантом якої є вибіркова оцінка

$$M_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

де M_x – вибіркоче математичне очікування масиву рівноймовірних відліків X_i , $\{X_i\} = (X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n)$, $i = 1, 2, \dots, n$ – індекс масиву.

Вибіркова оцінка математичного сподівання дозволяє зменшити об'єм даних в n разів і здійснити низькочастотну фільтрацію динаміки станів ДІ.

Модифікацією оцінки середнього за часом є ковзна оцінка, де j – дискретний зсув в часі.

$$M_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1+j}^{j+m} X_i,$$

де $j = 0, 1, 2, \dots, n-m$, M_j – ковзне математичне сподівання масиву рівноймовірних відліків X_i .

Ковзна модель математичного сподівання також здійснює низькочастотну фільтрацію і зменшує вплив одиничних випадкових скачків станів ДІ на відображення інтегрального усередненого стану ДІ. На відміну від попередньої,

ковзна модель M_j з більшою точністю відтворює середньостатистичну динаміку станів ДІ, проте об'єм даних практично не зменшується.

Використовується також зважена оцінка середнього за часом, яка враховує старіння даних про стани ДІ, використовуючи вагові коефіцієнти

$$M_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \cdot P_i,$$

M_p – вибіркове математичне сподівання масиву відліків X_i з ймовірностями P_i , $i=1,2,3,\dots,n$ – індекс масиву, $\{P_i\}=(P_1,P_2,\dots,P_i,\dots,P_n)$ – ймовірність відліків X_i .

Ковзне математичне сподівання масиву нерівноймовірних відліків X_i

$$M_{jp} = \frac{1}{m} \sum_{i=1+j}^{j+m} X_i \cdot P_i.$$

Якщо вибіркова оцінка добре відома і часто зустрічається в літературі, то ковшна і зважена моделі менш відомі, але їх використання в технічних системах має більшу ефективність ніж використання вибіркової моделі.

Важливими статистичними характеристиками динаміки станів ДІ у квадратичному просторі є дисперсія D_x і середньоквадратичне відхилення δ_x :

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - M_x)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \overset{0}{X}_i^2,$$

$\overset{0}{X}_i$ – центроване значення дискретних відліків, $\overset{0}{X}_i = X_i - M_x$,

$$\delta_x = \sqrt{D_x}.$$

4.4 Методи визначення кореляційних функцій

Система сигналів не може в повній мірі бути описана математичним сподіванням і дисперсією. Тому вводиться спеціальна характеристика для визначення кількісної оцінки ступеню зв'язків між значеннями сигналів в різні моменти часу – кореляційна функція.

В основу даного класу моделей покладено автокореляційну і взаємкореляційну функцію [10, 11].

Кореляційна функція характеризує щільність стохастичного зв'язку (кореляцію) між значеннями випадкового процесу у різні моменти часу. Дана функція відображає середньостатистичні зв'язки між послідовностями станів ДІ в часі [10, 11] і у загальному випадку є функцією двох аргументів.

Функція автокореляції

$$R_{xx}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \overset{0}{X}_i \cdot \overset{0}{X}_{i+k},$$

де $\overset{0}{X}_i = X_i - M_x$, $\overset{0}{X}_{i+k} = X_{i+k} - M_x$, $i=1,2,3,\dots,n$, $k \in Z$, $k = -\infty, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots, \infty$.

Автоковаріаційна модель не містить операції центрування X_i і дозволяє проводити оцінку статистичних зв'язків згідно аналітичного виразу

$$K_{xx}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \cdot X_{i+k}$$

Кореляційні функції мають широке застосування в аналізі вібрацій, діагностиці, в задачах, пов'язаних з передаванням даних, виявленням об'єктів. Властивості автокореляційної функції:

- 1) функція симетрична відносно 0 і парна $R_{xx}(k) = R_{xx}(-k)$, тому її визначають тільки для додатних k ;
- 2) $R_{xx}(k) \leq R_{xx}(0)$;
- 3) $R_{xx}(k) \rightarrow 0$ якщо $k \rightarrow \infty$;
- 4) $R_{xx}(0) = D_{xx}$.

Знакова функція автокореляції [10] використовується для аналізу швидкопротікаючих процесів та станів ДІ високої динаміки. Аналіз здійснюється на основі виявлення залежності між полярністю зсунутих у часі центрованих значень $X_i^0 = X_i - M_x$

$$H_{xx}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{sign}(X_i^0) \cdot \text{sign}(X_{i+k}^0),$$

де sign – знак функції, $\text{sign}(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ -1, & x < 0. \end{cases}$

Полярна функція автокореляції

$$P_{xx}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^0 \cdot \text{sign}(X_{i+k}^0).$$

Нормована функції автокореляції

$$\rho_{xx}(k) = \frac{R_{xx}(k)}{D_x},$$

де D_x – дисперсія станів ДІ, $k=0,1,2,\dots,m$, m – число точок кореляційної моделі. Нормована функції автокореляції володіє наступними властивостями $-1 \leq \rho_{xx}(k) \leq 1$, $\rho_{xx}(0) = 1$.

Структурна функція автокореляції – дзеркальне відображення функції автокореляції забезпечує високу точність оцінки в квадратичному просторі

$$C_{xx}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{i+k})^2.$$

Модульна функція автокореляції використовується для порівняння образів в лінійному просторі

$$G_{xx}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_i - X_{i+k}|.$$

Алгоритми обчислення передбачають зсув відліків сигналу, перемноження двох відліків, а також усереднення таких добутоків.

Взаємкореляційна функція характеризує зв'язки між окремими значеннями двох різних випадкових процесів у різні моменти часу або двох параметрів одного процесу.

Функція взаємкореляції визначає ступінь подібності між ними

$$R_{xy}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^0 \cdot Y_{i+k}^0,$$

$$X_i^0 = X_i - M_x, Y_i^0 = Y_i - M_y, i = 1, 2, 3, \dots, n, k = -\infty, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots, \infty.$$

Властивості:

- 1) функція несиметрична, ні парна ні непарна;
- 2) для випадкових процесів $R_{xx}(k) \rightarrow 0$ якщо $k \rightarrow \infty$.

Взаємоковаріаційна модель ДІ не містить операції центрування і дозволяє проводити оцінку статистичних зв'язків згідно аналітичного виразу:

$$K_{xy}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_{i+k}.$$

Знакова функція взаємкореляції

$$H_{xy}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{sign} X_i \cdot \text{sign} Y_{i+k}.$$

Полярна функція взаємкореляції

$$P_{xy}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^0 \cdot \text{sign} Y_{i+k}^0.$$

Структурна функція взаємкореляції

$$C_{xy}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - Y_{i+k})^2.$$

Модульна функція взаємкореляції

$$G_{xy}(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_i - Y_{i+k}|.$$

Нормована функція взаємкореляції

$$\rho_{xy}(k) = \frac{R_{xy}(k)}{\sqrt{D_x \cdot D_y}},$$

D_x, D_y – дисперсії станів ОУ, $k=0, 1, 2, \dots, m$, m – число точок кореляційної моделі.

Взаємкореляційні моделі характеризують середньостатистичні зв'язки між двома процесами в часі. Найчастіше в якості одного з процесів виступає ідеальна еталонна послідовність відліків, а в якості іншого – реальні стани ОУ.

4.5 Методи визначення ентропії

У теорії інформації ентропія – міра невизначеності досліду, який може мати різні наслідки, а отже і кількість інформації. В інформатиці ентропія – ступінь неповноти, невизначеності стану об'єкта дослідження.

В якості практичної міри ентропії дискретного джерела інформації Р.Хартлі запропонував функцію логарифма числа можливих станів ДІ [10]

$$H = \log S^n = n \cdot \log S,$$

де H – кількість інформації; S – число незалежних рівноймовірних станів ДІ; n – число вибірок.

Інформаційна міра Р. Хартлі не враховує нерівноймовірності розподілу різних S станів. Тому міра Хартлі є верхньою оцінкою ентропії ДІ.

Більшість технологічних об'єктів, які в даному випадку розглядаються як ДІ, формують дані, які підлягають гаусовому закону розподілу ймовірностей. Для таких ДІ більшість відліків лежать в діапазоні 3σ в околі математичного сподівання. Відповідно ентропія визначається згідно виразу

$$H = \hat{E}[\log_2 3\sigma].$$

Оцінки ентропії ДІ у вигляді міри Р. Хартлі визначаються в цілих числах в і тому випадку, якщо діапазон квантування станів ДІ вибирається кратним цілому степеню числа два. В інших випадках, коли $S \neq 2^K$, ($K=1,2,\dots$) необхідно користуватися оцінкою

$$H = n \cdot \hat{E}[\log_2 S] = n]S[,$$

де E – символ цілочисельної функції з округленням до більшого; $] *[$ – позначення операції округлення до більшого цілого.

Наведені оцінки ентропії ДІ базуються на умові, що кожний S_j стан джерела кодується $\hat{E}[\cdot]$ -розрядним двійковим кодом однакової довжини. Розглянуті оцінки ентропії відповідають ДІ з рівноймовірними станами і, як правило, є максимальними.

Для ДІ з нерівноймовірними станами К. Шеноном введена міра ентропії

$$H = -K \sum_{i=1}^n P_i \log P_i ,$$

де K – додатна стала, яка враховує основу логарифма; P_i – імовірність S_j -го стану дискретного ДІ.

4.6 Методи визначення спектральних характеристик об'єктів управління.

Поряд з часовими статистичними характеристиками, важливе місце в аналізі стохастичних сигналів займають спектральні характеристики. Спектральний аналіз базується, як правило на прямому та оберненому перетворенні Фур'є (Fourier Transform) в базисі експоненціальних функцій, яке обчислюється за наступними формулами:

перетворення Фур'є

$$S(w) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-iwt} dt ;$$

обернене перетворення Фур'є

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(w) e^{iwt} dw .$$

Проте відомо багато інших базисів або систем ортогональних функцій. Крім даних перетворень параметри ДІ класу ОУ досліджуються на основі перетворень в наступних базисах ортогональних функцій:

- Фур'є, синусоїдальні функції;

- Хаара, фазоімпульсні функції;
- Крейга, широтно-імпульсні функції;
- Крестенсона, пилкоподібні трикутні функції;
- Радемахера, меандрові прямокутні функції;
- Уолша, в якому використовуються шумоподібні дискретні функції;
- Галуа, в якому використовуються зсуви однієї з функцій Уолша.

Неперервна періодична функція $f(t)$, яка задовольняє умови Діріхле, подається у вигляді ряду Фур'є:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k\omega_1 t + b_k \sin k\omega_1 t),$$

де

$$a_k = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos(k\omega_1 t) dt, \quad b_k = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \sin(k\omega_1 t) dt,$$

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) dt,$$

$\omega_1 = \frac{2\pi}{T}$ – кругова частота, a_k, b_k – спектральні коефіцієнти.

Кратні частоти $k\omega_1$ називаються гармоніками. Гармоніки нумеруються у відповідності з множителем k .

Запитання для самоконтролю.

1. Математичне забезпечення АСУ та його склад.
2. Джерела інформації в автоматизованих системах.
3. Моделі об'єктів управління.
4. Статистичні моделі об'єктів управління.
5. Кореляційні моделі об'єктів управління.
6. Оцінки ентропії джерел інформації.
7. Методи визначення спектральних характеристик.

Тема 5. Алгоритмічне забезпечення автоматизованих систем управління

План

- 5.1 Алгоритми управління.
- 5.2 Алгоритми первинної обробки інформації.
- 5.3 Алгоритми вторинної обробки інформації.
- 5.4 Алгоритми контролю.
- 5.5 Цифрове регулювання.
- 5.6 Алгоритми логічного управління.

5.1 Алгоритми управління.

Алгоритм управління – сукупність вказівок, яка визначає характер дій ззовні на об'єкт управління, що забезпечує алгоритм його функціонування [7, 9, 13].

Алгоритмічне забезпечення – сукупність взаємозв'язаних алгоритмів.

Множина алгоритмів автоматизованих систем управління поділяється на наступні групи [11, 13, 16].

1. Алгоритми первинної обробки інформації.
2. Алгоритми визначення показників процесу (алгоритми вторинної обробки інформації), визначення інтегральних і середніх значень, швидкості, прогнозування і т. д.
3. Алгоритми контролю.
4. Алгоритми цифрового регулювання і оптимального управління.
5. Алгоритми логічного управління.
6. Алгоритми розрахунку техніко-економічних показників.

Алгоритми управління можуть бути реалізовані наступними способами:

- програмним,
- апаратним,
- комбінованим.

Програмний спосіб є універсальним, оскільки при зміні алгоритму змінюється тільки програма. Апаратна реалізація є вузькоспеціалізованою, і за необхідності зміни алгоритму необхідно змінювати всю схему управління.

Комбінований спосіб передбачає реалізацію алгоритму частково апаратним, а частково програмним способом.

5.2 Алгоритми первинної обробки інформації.

Первинна обробка інформації включає фільтрацію корисного сигналу, перевірку інформації на достовірність, аналітичне градування давачів, екстраполяцію і інтерполяцію, облік динамічних зв'язків.

1. *Фільтрація* – операція виділення корисного сигналу вимірювальної інформації з його суми із завадою. Залежно від завад розрізняють наступні фільтри:

- фільтри низьких частот (НЧФ);

- високочастотні фільтри (ВЧФ);
- смугові фільтри (СФ, пропускають сигнали певної частоти);
- режекторні фільтри (не пропускають сигнали певної частоти).

Найпоширенішими є НЧФ, які поділяються на фільтри ковзного середнього, фільтри експоненціального згладжування і медіанні. Для реалізації процедури фільтрації застосовуються також інші складніші адаптивні фільтри, до яких належать фільтри Чебишева, Калмана, Вінера.

2. Перевірка достовірності інформації.

Недостовірність інформації зумовлена відмовами технічних засобів. Виділяють повні і часткові відмови. Повна відмова спричиняється виходом з ладу вимірювального перетворювача або пошкодженням каналів зв'язку. При частковій відмові технічні засоби працюють, проте похибка вимірювання перевищує допустиме значення.

Повні відмови виявляють за допомогою алгоритму допускового контролю параметра і алгоритму, який базується на визначенні швидкості зміни параметра, алгоритму апаратного резервування.

1) Алгоритм допускового контролю параметра базується на перевірці умови

$$- X_{imin} \leq X_i \leq X_{imax},$$

де X_{imin} – мінімальне значення i -го параметра; X_{imax} – максимальне значення i -го параметра.

Якщо умова не виконується, то інформація недостовірна. У цьому випадку використовують достовірну інформацію, отриману в попередній момент часу, або використовують середнє значення i -го параметра.

2) Алгоритм, який базується на визначенні швидкості зміни i -го параметра і перевірки умови

$$A \leq X'_i \leq B,$$

де $X'_i = \frac{dX_i}{dt}$, $\frac{dX_i(t)}{dt} = \frac{(X_i(k) - X_i(k-1))}{T}$, T – період опитування, $T=dt$.

3) Алгоритм апаратного резервування базується на перевірці ознаки відмови – порушення умови $|X_i - X| < C$, де X – це середнє значення всіх вимірювальних перетворень, X_i – значення, одержане від i -го вимірювального перетворення.

3. Алгоритми аналітичного градування давачів.

Під аналітичним градуванням давача розуміють визначення (відновлення) вимірюваної величини за сигналом, який знімається з давача (перетворювача):

$$\tilde{X} = f^{-1}(Y),$$

де \tilde{X} – оцінка вимірюваної величини X , отримана за сигналом Y , який знімається з давача; $f^{-1}(Y)$ – обернена функція до $Y = f(X)$.

Одним із поширених методів аналітичного градування є апроксимація за допомогою поліномів.

4. Інтерполяція та екстраполяція при контролі параметрів і показників.

Процес отримання інформації про величини, які неперервно змінюються,

в АСУ ТП відбувається дискретно в часі, тому виникає завдання відновлення значень вимірюваних величин в моменти часу, які не співпадають з моментами вимірювань.

У задачах управління за необхідності знаходження значень вимірюваної величини в теперішній або наступний момент часу використовується метод екстраполяції значення величини, отриманої в попередній момент часу. При ступінчастій екстраполяції значення вимірюваної величини у будь-який теперішній момент часу визначають за вимірним значенням величини останньої точки вимірювання.

Для аналізу роботи виробництва і обчислення техніко-економічних показників необхідно визначити значення величин в попередні моменти часу, в цьому випадку використовуються методи інтерполяції.

При інтерполяції найчастіше застосовується кусково-лінійна апроксимація, яка проводиться за двома точками з використанням наступної формули

$$x_{\text{int}} = \frac{t_{i+1} - t}{T_0} x(t_i) + \frac{t - t_i}{T_0} x(t_{i+1}),$$

де $T_0 = t_{i+1} - t_i$, $t_i < t < t_{i+1}$.

5. Облік динамічний зв'язків.

Наявність інерційного давача може істотно спотворити частотний склад вимірюваного сигналу.

Якщо прийняти, що статичний коефіцієнт передачі інерційного давача дорівнює одиниці, тобто $k = \frac{y(\infty)}{x(\infty)}$, при $W(p) = \frac{k}{Tp + 1}$ то необхідно враховувати

наступний зв'язок: $y(t) = x(t - \tau)$, тобто у теперішній момент часу на виході давача формується сигнал, що несе інформацію про значення параметра в попередній момент часу, тобто у момент часу $t - \tau$.

5.3. Алгоритми вторинної обробки інформації

Алгоритми вторинної обробки інформації застосовуються для управління і аналізу роботи ОУ. До основних операцій вторинної обробки належать:

- визначення інтегральних і середніх значень величин і показників;
- визначення швидкості зміни величин і показників;
- визначення величин і показників, невимірюваних прямим методом (непряме вимірювання);
- прогнозування значень величин;
- визначення статичних характеристик величин і показників.

До чисельних методів *інтегрування* неперервної вимірюваної величини в АСУ належать метод прямокутників і метод трапецій.

Суть методу прямокутників полягає в заміні реалізації процесу $x(t)$ її ступінчастою екстраполяцією за час t :

$$\sigma_x(T) = T_0 \sum_{j=0}^{n-1} x(j),$$

де $n = \frac{T}{T_0}$, T_0 – період опитування давача.

Точнішим є метод трапецій. Рекурентна формула методу трапецій

$$\sigma_x(j) = \sigma_x(j-1) + T_0 \left(\frac{x(j-1) + x(j)}{2} \right).$$

Диференціювання дискретно-вимірюваних величин. Для аналізу ходу технологічного процесу важливим є визначення не тільки чисельних значень параметрів, але характеру їх зміни (збільшується параметр чи зменшується). З цією метою визначається швидкість зміни параметра, тобто здійснюється операція диференціювання.

Найпростіший алгоритм дискретного диференціювання оснований на використанні формули

$$x'(k) = \frac{x(k) - x(k-1)}{T_0}.$$

Алгоритми прогнозування значень величин і показників.

Для розрахунку прогнозованих значень необхідно побудувати математичну модель часового ряду. У практиці короткотермінового прогнозування найбільше поширення отримали модель авторегресії і поліноміальна модель.

Модель авторегресії

$$y(j) = a_0 + \sum_{k=1}^p a_k y(j-k),$$

де a – коефіцієнти, p – порядок.

Розрахунок прогнозованих значень проводиться за формулою:

$$\tilde{y}(n+l) = n_0 + \sum_{k=1}^p a_k \tilde{y}(n-k+l), \text{ де } \tilde{y}(n-k+l) \text{ – виміряні або прогнозовані}$$

значення часового ряду в моменти часу $t = (n-k+l)T_0$.

Визначення статистичних показників вимірюваних величин.

Знання статистичних характеристик потрібне для оцінювання якості продукції, що випускається, і визначення моменту порушення ходу ТП. У цьому випадку змінюються значення статистичних характеристик вимірюваних величин. До статистичних характеристик належать математичне сподівання, дисперсія.

5.4 Алгоритми контролю

Загальною функцією автоматичного контролю є фіксація ходу технологічного процесу в часі і неперервне (періодичне) порівняння параметрів процесу із заданими.

Розрізняють наступні види контролю:

1. Контроль технологічних процесів у нормальному режимі.
2. Контроль якості продукції, що випускається.
3. Контроль процесу при виході його на номінальний рівень потужності.

4. Контроль справності обладнання.
5. Контроль ввімкнення/вимкнення обладнання.
6. Контроль продуктивності обладнання.
7. Контроль над процесом в аварійних режимах.

Основна операція контролю полягає в тому, що для кожного контрольованого параметра $x_i(t)$ у момент часу t необхідно перевіряти виконання умови

$$m_i \leq x_i(t) \leq M_i,$$

де $i = \overline{1, n}$ – число параметрів, m_i – нижня допустима межа зміни i -го параметра, M_i – верхня допустима межа. Процес контролю включає вимірювання величин і показників і порівняння їх з допустимими межами.

Розрізняють загальні і частинні постановки завдання визначення величин і показників.

Загальна постановка: задана сукупність величин і показників, які необхідно визначити в об'єкті контролю. Вказана необхідна точність їх оцінки. Є сукупність давачів, які встановлені або можуть бути встановлені на автоматизованому об'єкті. Необхідно для кожного окремого показника знайти групу давачів, частоту їх опитування і алгоритми обробки отримуваних сигналів, щоб визначити значення величини з необхідною точністю.

Точність оцінки шуканої величини визначається точністю роботи вимірювальних ланцюгів (давача, перетворювача), частотою їх опитування і точністю перетворень вимірювальних сигналів в шукану величину.

Частинні постановки.

1. Визначення поточного значення величини безпосереднім вимірюванням автоматичним приладом або давачем, коли необхідна точність вимірювання менше точності давача або перетворювача; коли необхідна точність вимірювання більше точності давача або перетворювача.

У другому випадку для контролю необхідно знайти такі алгоритми перетворення сигналу давача, які б збільшили точність до необхідного значення. З цією метою необхідно зробити аналіз існуючої похибки і виявити окремі її складові, а потім їх компенсувати, шляхом використання спеціальних алгоритмів.

Залежно від причин виникнення похибок застосовують алгоритми, що зменшують похибки: аналітичне градування давачів, фільтрація сигналу від завад, екстраполяція й інтерполяція, корекція динамічної похибки давача.

2. Визначення значення величини, що обчислюється за виміряними давачем сигналами.

Наприклад, оцінка сумарного значення, середнього значення, швидкості і т.д. У цьому випадку необхідно вибрати раціональні алгоритми обробки вимірюваного сигналу. Це завдання складне в тих випадках, коли невідомий характер зв'язку між вимірюваними сигналами і шуканою величиною (непряме вимірювання). У цьому випадку необхідно зробити аналіз рівнянь матеріального і теплового балансу, які дозволяють виявити цей зв'язок або використати регресійний аналіз.

5.5 Цифрове регулювання

Автоматичні регулятори – група автоматичних керуючих пристроїв, які виробляють регулюючу дію в системах автоматичного регулювання, якщо регульована величина відхилиться від заданого значення.

Цифрові регулятори реалізуються апаратно або програмно.

При апаратній реалізації використовуються локальні регулятори, які виконуються у вигляді окремого пристрою з виносним або вбудованим давачем, а також засобами індикації і сигналізації.

При програмному виконанні функції формування управляючої дії виконують мікропроцесорні пристрої, які забезпечують високу якість. До переваг цифрових регуляторів також належить можливість зміни в процесі роботи параметрів налаштування, а також закону регулювання.

За характером дії поділяються на Пз – позиційні, І – інтегральні, П – пропорційні, ПІ – пропорційно-інтегральні, ПД – пропорційно-диференціальні і ПІД – пропорційно-інтегрально-диференціальні регулятори.

Види цифрових регуляторів.

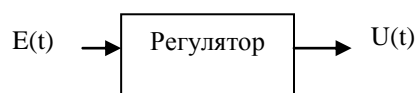
1. Параметричні регулятори, які оптимізуються – це регулятори заданої структури і в процесі синтезу змінюються їх параметри.

При синтезі таких регуляторів задається структура (П, ПІД) і визначаються параметри системи, які забезпечують необхідні якості.

2. Регулятори, що структурно оптимізуються – регулятори, які в процесі синтезу можуть змінювати як структуру, так і параметри, які залежать від властивостей об'єкта управління і властивостей збурень.

Найбільше поширення із параметричних регуляторів, що оптимізуються, отримали П, ПІ, ПІД-регулятори. Для реалізації цифрових регуляторів необхідно знати різницеве рівняння.

Наприклад, необхідно записати різницеве рівняння ПІД-регулятора, ґрунтуючись на дискретизації його рівняння. Рівняння аналогового ПІД-регулятора



$$U(t) = K_n(E(t) + \frac{1}{T_i} \int E(t)dt + T_o \frac{dE(t)}{dt})$$

де K_n – коефіцієнт пропорційності, T_i – стала інтегрування, T_o – стала диференціювання.

Завдання синтезу регулятора полягає у визначенні цих параметрів.

При заміні похідної різницею, інтеграла сумою одержують співвідношення різничевого рівняння ПІД-регулятора

$$U(k) = K_n(E(k) + \frac{T_o}{T_i} E(i-1) + \frac{T_o}{T_i} (E(k) - E(k-1))).$$

5.6 Алгоритми логічного управління

Система управління технологічними процесами повинна забезпечувати регулювання параметрів, програмне управління завданнями регуляторів та ін.; логічне управління пристроями і циклічними процесами; контроль правильності введення-виведення даних, перетворення зі здійсненням функцій сигналізації, індикації і реєстрації.

Алгоритми логічного управління використовуються в АСУ ТП у завданнях

- контролю ходу технологічного процесу в процесі первинної обробки даних про роботу технологічного агрегату або вузла за відомостями давачів; виявлення фактів відступу від технологічних режимів і заданих параметрів;

- управління технологічними процесами при двопозиційних агрегатах і механізмах за логічними законами зі зміною установок, аварійних обмежень, дистанційного включення і відключення виконавчих пристроїв; автоматизованій реалізації технологічних регламентів впродовж певного інтервалу часу; індикації цих і логічних умов в зручній для оператора формі; обробки даних, отриманих від периферійних пристроїв, та ін.

Запитання для самоконтролю.

1. Охарактеризувати алгоритмічне забезпечення АСУ.
2. Які алгоритми належать до алгоритмів первинної обробки інформації?
3. У чому полягає відмінність інтерполяції і екстраполяції?
4. Охарактеризувати алгоритми вторинної обробки інформації.
5. У чому полягає процес контролю?
6. Охарактеризувати основні види регуляторів.
7. Завдання алгоритмів логічного управління.

Тема 6. Програмне забезпечення автоматизованих систем управління

План

- 6.1 Склад та вимоги до програмного забезпечення АСУ.
- 6.2 Інструментальні засоби для створення прикладного програмного забезпечення АСУ.
- 6.3 Системи SCADA.
- 6.4 Характеристики типових відомих систем моніторингу та управління.

6.1 Склад та вимоги до програмного забезпечення АСУ.

Програмне забезпечення (ПЗ) автоматизованої системи – це сукупність програм, процедур, правил та документації, що стосуються функціонування АС [7].

У програмному забезпеченні ІАСУ виділяють наступні складові [1, 7, 13]:

- системне (базове) ПЗ, яке включає операційні системи ЕОМ і забезпечує функціонування всіх елементів ІАСУ, а також інструментальні засоби (утиліти, драйвери і т. п.);
- загальносистемне ПЗ, що забезпечує створення і ведення розподілених баз даних, управління локальними обчислювальними мережами, сполучення обчислювальних комплексів різних рівнів, управління обчислювальними процесами в системі, адаптацію системи до зміни потреб. До даного виду забезпечення належать пакети прикладних програм загального і функціонального призначення, СКБД і т. ін.;
- засоби автоматизації проектування, зокрема засоби автоматизованого проектування ПЗ і типових проектних рішень ПЗ ІАСУ;
- спеціальне програмне забезпечення, призначене для реалізації функції управління виробничими і технологічними процесами, контролю, сигналізації і реєстрації;
- інструктивно-методична документація з проектування і програмування.

ОС виконує базові функції інтерфейсу з оператором, завантаження програм, розподілу пам'яті, підтримки файлової системи і т.д. Сучасні ОС, що використовуються в АСУ ТП, поділяють на універсальні і спеціалізовані. Універсальні ОС, у свою чергу, можуть бути поділені на клієнтські (ОС робочих станцій) та серверні (мережні). У складі останніх виділяють протоколи, як набір правил, за якими відбувається обмін інформацією в мережі. В АСУ ТП переважно використовуються операційні системи реального часу (ОСРЧ): рSOS, VRTX, LynxOS, VxWorks, QNX, OS9 та ін.

При реалізації АСУ використовуються спеціалізовані програмні пакети, які за функціональним призначенням поділяються на класи:

- CASE-засоби (Computer Aided Software Engineering), призначені для програмування задач, що реалізуються підсистемами нижнього рівня АСУ ТП на промислових мікроконтролерах;
- SCADA-системи (Supervisory Control And Data Acquisition), які призначені для автоматизованої конфігурації АСУ ТП з таких елементів, як мікроконтролери, комп'ютери, технологічні станції і т. д. і програмування завдань, віднесених до SCADA-рівня;
- ПТК – програмно-технічні комплекси (Spectrum (Foxboro, США), Intelligent Automation Series (Foxboro, США), Centum, Yew Series (Yokogawa, Японія), СКАТ (Росія));
- ЕСПЧ – експертні системи реального часу (G2 (фірма Gensym), RTWorks (Talarian, США), COMDALE/C (Comdale Tech., Канада), COGSYS (SC, США), ILOG Rules (ILOG, Франція));
- СКБД – системи керування базами даних.
- MRP II (Manufacturing Resource Planning) – системи планування ресурсів підприємства;
- ERP-системи (ERP – Enterprise Resource Planning) – системи планування та управління ресурсами підприємства з точки зору бізнесу;
- ЕАМ-системи (EAM – Enterprise Asset Management) – системи управління основними фондами і майном.

Прикладне ПЗ АСУ ТП у загальному випадку поділяється на два види:

- технологічні програми для контролерів,
- прикладне ПЗ для візуалізації і управління або ПЗ для робочих станцій (автоматизованих робочих місць, АРМ).

Використання в інтегрованих системах багатомашинних обчислювальних комплексів, які містять ЕОМ різних типів, різних автоматизованих функцій і процесів, розподілене зберігання даних, можливість оперативного доступу до них, у тому числі в режимі реального часу, забезпечення гнучкості систем, можливість її швидкої модифікації і перебудови, легке освоєння експлуатації систем користувачами – визначають вимоги до програмного забезпечення ІАСУ.

Вимоги до програмного забезпечення визначені державним стандартом [8].

7.2 Інструментальні засоби для створення прикладного програмного забезпечення АСУ

Сучасні засоби розробки прикладного програмного забезпечення надають широкий набір інструментів, як для досвідчених програмістів, так і для не досвідчених у програмуванні користувачів. Ці засоби дозволяють створювати призначені для користувача програми безпосередньо на мовах програмування високого рівня, наприклад С/С++ Bilder, Delphi, Basic, а також за допомогою спеціальних інструментальних програмних засобів або пакетів (наборів) програм, які називаються SCADA-пакетами, за аналогією зі створюваними на їх

основі системами управління

За способом програмування пакети для розробки програмного забезпечення для систем автоматизації поділяються на три класи:

- текстові або текстово-графічні (Pascal, Delphi, LabWindows/CVI, Measurement Studio, Visual Basic, Visual C/C++), використовуючі елементи візуального текстового програмування для створення призначеного для користувача інтерфейсу додатку і орієнтовані в першу чергу на досвідчених програмістів;

- графічні об'єктно-орієнтовані (InTouch, "Трейс Моуд"), засновані на застосуванні графічних образів об'єктів АСУ ТП в якості елементів програмування;

- графічні функціонально-орієнтовані (LabVIEW, LabVIEW/DSC, Agilent VEE), які використовують функціонально-логічний принцип конструювання (малювання) і графічного представлення алгоритмів програм.

Перевагою графічних систем програмування є наочність, легка модифікація і налагодження, тому розробником додатку може бути постановник задачі – інженер, технолог.

Інструментальні засоби для технологічного програмування контролерів поділяють на спеціалізовані, для програмування певного типу контролерів (жорстко програмовані контролери), і універсальні (SoftLogic- пакети) – призначені для програмування SoftPLC.

Існує спеціалізоване ПЗ, яке поєднує в собі функції створення технологічних програм для контролерів і програм для робочих станцій.

Інструментальні засоби створення ПЗ для контролерів.

Інструментальні засоби для програмування контролерів – це ПЗ для комп'ютерів, яке забезпечує розробку і відлагодження технологічної програми для контролера безпосередньо на комп'ютері і подальше перенесення її в контролер. Такі інструментальні засоби для опису процесу управління (створення технологічної програми) використовують мови релейно-контактних схем і функціональних блоків.

У стандарті ІЕС 1131-3 визначено п'ять мов програмування контролерів:

SFC – послідовних функціональних схем,

LD – релейних діаграм,

FBD – функціональних блокових діаграм,

ST – структурованого тексту,

IL – інструкцій.

Використання цього стандарту забезпечує незалежність інструментальної програми для контролера від конкретного обладнання: типу процесора, операційної системи, плат введення-виведення.

Найбільш відомою реалізацією цього стандарту є пакет ISaGRAF фірми CJ International, що включає систему розробки (WorkBench) і систему виконання (Target).

До даного класу ПЗ також належать пакети InConrol (Wonderware, USA), Paradym 31 (Intellution, USA), що мають відкриту архітектуру.

6.3 Системи SCADA.

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition – (Дистанційне управління та збір даних) – системи дистанційного моніторингу та управління [2, 5 –6].

SCADA – у широкому розумінні поняття, яке означає як простий пристрій, реалізований на одному комп'ютері, так і складну розподілену систему.

Технології SCADA є в даний час основою для побудови автоматизованих систем управління технологічними процесами в різних галузях промисловості: нафтохімічній, хімічній і нафтопереробній промисловості, у енергетиці, на транспорті, водо- і електропостачання, а також в системах оборонного і спеціального призначення.

Згідно одного з існуючих означень SCADA-системи призначені для збирання інформації у реальному часі, її подальшої обробки і використання одержаних результатів для управління об'єктами.

Програмне забезпечення SCADA, орієнтоване на розробку і підтримку інтерфейсу між диспетчером/оператором і системою керування, а також на забезпечення взаємодії із зовнішнім середовищем.

Всі апаратні засоби АСУ об'єднані між собою каналами зв'язку. На нижньому рівні контролери взаємодіють з давачами і виконавчими пристроями, а також з блоками віддаленого і розподіленого введення/виведення за допомогою спеціалізованих мереж віддаленого введення/виведення і шин.

Зв'язок між локальними контролерами, контролерами верхнього рівня, пультами оператора, різними АРМ оперативного персоналу між собою, з контролерами верхнього рівня, а також з вищим рівнем здійснюється за допомогою інформаційних мереж.

У типовій архітектурі SCADA-системи є два рівні:

- рівень локальних контролерів, що взаємодіють з технологічним об'єктом управління за допомогою давачів і виконавчих пристроїв;
- рівень оперативного управління технологічним процесом, основними компонентами якого є сервери, робочі станції операторів/диспетчерів, АРМ (автоматизоване робоче місце) фахівців.

Кожен з цих рівнів функціонує під управлінням спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ).

Приклади SCADA-систем:

- LabVIEW;
- Trace Mode (AdAstra, Росія);
- Image (Росія);
- zenon (Україна);
- КОНТУР (Україна);
- Infinity (Elesy, Росія);
- GENIE (Advantech, Тайвань);
- Genesys (Iconics, США);
- Real Flex (BJ, США);

- FIX (Intellution, США);
- Factory Suite, InTouch (Wanderware, США);
- Citect (CiTechnologies, США) та ін.

Переважна більшість автоматизованих систем управління будується на базі промислових контролерів, які є первинними засобами збирання, обробки інформації, регулювання технологічними параметрами, аварійної сигналізації, захисту і блокування на нижньому рівні системи. Оброблена контролерами інформація передається до комп'ютеризованих систем, які є робочим місцем оператора-технолога на верхній рівень АСУ ТП, де відбувається подальша обробка даних і подання оператору в зрозумілій формі.

SCADA-системи в ієрархії програмно-апаратних засобів промислової автоматизації знаходяться на верхньому рівні.

Основні функції систем SCADA:

- збирання первинної інформації від пристроїв нижнього рівня;
- архівування і зберігання інформації для подальшої обробки (створення архівів подій, аварійної сигналізації, зміни технологічних параметрів в часі, повне або часткове збереження параметрів через певні проміжки часу);
- візуалізація процесів;
- реалізація алгоритмів управління, математичних і логічних обчислень (є вбудовані мови програмування типу VBasic, Pascal, C та ін.), передавання управляючих дій на об'єкт;
- документування, як технологічного процесу, так і процесу управління (створення звітів), друк графіків, таблиць, результатів обчислень та ін.;
- забезпечення мережевих функції (LAN, SQL);
- захист від несанкціонованого доступу в систему;
- автоматизація розробки ПЗ і зменшення необхідності програмування в процесі створення систем автоматизації;
- обмін інформацією з іншими програмами (наприклад, Outlook, Word та ін. через DDE, OLE і т. д.);
- забезпечення апаратної відкритості пристроїв SCADA це підтримка або можливість роботи з обладнанням різних виробників з використанням OPC технології (OLE for Process Control).
- забезпечення вибору апаратури нижнього рівня, оскільки системи містять великий набір драйверів введення-виведення.

6.4 Характеристики типових відомих систем моніторингу та управління.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) інтегроване середовище розробки прикладного програмного забезпечення для організації взаємодії з вимірювальною і управляючою апаратурою, збору, обробки і відображення інформації та результатів розрахунків, а також моделювання як окремих об'єктів, так і автоматизованих систем в цілому. Розробником LabVIEW є американська компанія National Instruments.

На відміну від текстових мов, таких як C, Pascal і ін., де програми складаються у вигляді рядків тексту, в LabVIEW використовується концепція графічного програмування – послідовного з'єднання функціональних блоків на блок-діаграмі. Таким чином, програми створюються у вигляді графічних діаграм, подібних блок-схемам.

LabVIEW є відкритою системою програмування і має вбудовану підтримку всіх використовуваних в даний час програмних інтерфейсів, таких як Win32 DLL, COM, .NET, DDE, мережевих протоколів на базі IP, DataSocket і ін.

До складу LabVIEW входять бібліотеки управління різними апаратними засобами і інтерфейсами, такими як USB, PCI, CompactPCI/PXI, VME, VXI, GPIB (КОП), PLC, VISA, PXI, Wi-Fi, Ethernet, GPIB, системами технічного зору і ін.

Програмні продукти, створені з використанням LabVIEW, можуть бути доповнені фрагментами, розробленими на мовах програмування C/C++, Pascal, Basic, FORTRAN. І навпаки можна використовувати модулі, розроблені в LabVIEW в проектах, створюваних в інших системах програмування. Таким чином, LabVIEW дозволяє розробляти практично будь-які додатки, що взаємодіють з різними видами апаратних засобів, підтримуваних операційною системою комп'ютера.

Використовуючи технологію віртуальних приладів, розробник може перетворити стандартний персональний комп'ютер і набір довільного контрольно-вимірювального обладнання в багатфункціональний вимірювально-обчислювальний комплекс. При використанні LabVIEW розробнику і користувачу доступні функціонально ідентичні системи програмування для різних операційних систем, таких як Microsoft Windows 95/98/NT/2000/XP/7/8/Vista, Linux, MacOS, водночас, недоліком є те, що ОС Windows не є операційною системою реального часу.

SCADA-система Trace Mode 5 заснована на 32-розрядній технології Microsoft DCOM. Завдяки архітектурі, що підтримує роботу в реальному режимі часу, система володіє достатньо високою продуктивністю. Trace Mode має єдині інструментальні засоби як для розробки ПЗ операторних станцій, так і для програмування контролерів; надає можливість створення в рамках єдиного проекту розподіленого комплексу автоматизованого управління різними технологічними процесами; володіє набором оригінальних технологій автопобудови, які дозволяють автоматично генерувати бази каналів операторних станцій і контролерів. Trace Mode містить функції для програмування промислових контролерів.

Система об'єднала досягнення технологій як в області програмування, так і у сфері промислової автоматизації. Деякі технології, використовувані в Trace Mode, є інноваційними і не мають аналогів в інших SCADA-системах. Вбудовані оригінальні алгоритми обробки сигналів і управління, об'ємна векторна графіка мнемосхем, єдиний мережевий час, система структуризації і тиражування проектів, механізм playback, що забезпечує графічний перегляд архівів на робочих місцях керівників. Trace Mode – SCADA-система, в якій

реалізовано наскрізне програмування, тобто можливість вирішувати задачі нижнього і верхнього рівня АСУ за допомогою єдиного інструментарію.

Все це дозволяє створювати потужні сучасні розподілені АСУ ТП, працюючі під управлінням різних операційних систем і вирішувати весь комплекс задач приймання і обробки даних, організації автоматичного управління і регулювання, ведення архівів і генерації звітів про хід технологічного процесу.

Система дозволяє створювати складні АСУ ТП без програмування – у спеціальних графічних редакторах, що використовують термінологію, звичну для інженера-технолога.

Система орієнтована на стандартне програмне забезпечення: операційні системи Windows 3.1x/95/98/NT/2000/XP/7/8/Vista або Novell NetWare, мережеві плати Ethernet і Arcnet.

Запитання для самоконтролю

1. Класифікація програмного забезпечення АСУ.
2. Засоби розробки прикладного програмного забезпечення АСУ.
3. Особливості графічних об'єктно-орієнтованих пакетів.
4. Особливості графічних функціонально-орієнтованих пакетів.
5. Означення та функції SCADA-систем.
6. Приклади SCADA-систем.

ТЕМА 7. Технічне забезпечення автоматизованих систем управління

План

7.1 Склад і класифікація технічних засобів автоматизованих систем управління.

7.2 Елементи систем автоматики.

7.3 Пристрої зв'язку з об'єктом.

7.1 Склад і класифікація технічних засобів автоматизованих систем управління.

Технічне забезпечення – це комплекс технічних засобів (КТЗ), який включає пристрої отримання інформації про технологічні параметри і стани технологічного обладнання; формування і передавання інформації в системі; локального регулювання і управління; обчислювальної техніки; подання інформації обслуговуючому персоналу; передавання інформації в суміжні і несуміжні АСУ, а також виконавчі механізми [2, 3, 7 – 9, 11, 13].

За характером перетворення інформації в системах управління у складі технічних засобів автоматизації виділяють наступні функціональні групи:

- засоби збирання інформації – давачі або подібні пристрої, інформація про параметри режиму роботи обладнання з яких передається каналами зв'язку у відповідну ЕОМ для подальшої обробки.
- засоби передавання інформації включають канали зв'язку, пристрої телемеханіки, пристрої передавання даних і т.д.;
- засоби перетворення, зберігання і обробки інформації містять одну або декілька ЕОМ, мікропроцесорні системи, аналогові і цифрові прилади, вихідні перетворювачі та ін.;
- засоби управління (контролери, виконавчі механізми, електротехнічна апаратура: реле, підсилювачі потужності та ін.);
- засоби відображення інформації (дисплеї, табло, індикатори, пристрої друку, функціональна клавіатура, вихідні перетворювачі та ін.);
- допоміжні засоби (обладнання робочих місць операторів-технологів, диспетчерів, блоки безперебійного електроживлення, кондиціонування повітря, автоматичного пожежогасіння та ін.).

У межах наведених функціональних груп засоби класифікують за ознакою відношення до системи: засоби на вході системи (давачі); засоби на виході системи (вихідні перетворювачі, засоби відображення інформації і команд управління); внутрішньосистемні технічні засоби (засоби проміжного перетворення для забезпечення взаємозв'язку між пристроями, засоби передавання і обробки інформації).

Центральною складовою АСУ є програмно-технічний комплекс (ПТК). До складу ПТК АСУ ТП у загальному випадку входять:

– пристрої верхнього рівня, наприклад, операторні станції, обчислювальна, архівна, інженерна станції, екран колективного користування, сервери і т. п.;

– пристрої нижнього рівня: контролери, пристрої зв'язку з об'єктом управління, у тому числі джерела живлення вхідних і вихідних каналів приймання і реалізації управляючих сигналів, шафи для розміщення різних пристроїв нижнього рівня ПТК, шафи проміжних реле-підсилювачів, а також пристрої цифрового зв'язку із зовнішніми відносно ПТК автономними підсистемами автоматичного управління, інтелектуальні давачі і виконавчі механізми об'єкта управління;

– пристрої і лінії зв'язку, що забезпечують цифровий обмін інформацією і командами з іншими ПТК і між різними пристроями одного ПТК, командами від верхнього рівня управління;

– пристрої електроживлення ПТК, наприклад, вторинні джерела живлення ПТК і пристрої для під'єднання зовнішніх кабелів електроживлення;

– сервісна апаратура;

– базове і прикладне програмне забезпечення;

– документація.

7.2 Елементи систем автоматки.

За виконуваними функціями в системах регулювання і управління елементи автоматки [2, 3, 11, 14] поділяються на

- давачі;
- підсилювачі;
- виконавчі пристрої;
- реле;
- обчислювальні елементи;
- узгоджуючі елементи;
- допоміжні елементи і т. д.

Давач – вимірювальний пристрій у вигляді конструктивної сукупності одного або декількох вимірювальних перетворювачів величини, що вимірюється і контролюється, у вихідний сигнал для дистанційного передавання та використання в системах управління. Більшість давачів перетворюють вхідний неелектричний сигнал $x_{вх}$ у вихідний електричний сигнал $x_{вих}$.

Залежно від виду вхідного неелектричного сигналу $x_{вх}$ розрізняють:

- давачі механічних величин (давачі переміщення, давачі швидкості, давачі прискорення і т. д.);
- давачі теплових величин (давачі температури);
- давачі оптичних величин (давачі випромінювання) і т. д.

Також застосовуються давачі з подвійним перетворенням сигналу, наприклад, вхідний неелектричний сигнал $x_{вх}$ спочатку перетворюється в переміщення, а потім переміщення перетворюється у вихідний електричний сигнал $x_{вих}$.

Підсилювачі – це елементи автоматики, які здійснюють кількісне перетворення, підсилення потужності вхідного сигналу $x_{вх}$. У деяких випадках одночасно з кількісним перетворенням, підсилювачі здійснюють і якісне перетворення (наприклад, перетворення постійного струму в змінний, у пневматичних і гідравлічних підсилювачах здійснюється перетворення переміщення в зміну тиску).

Залежно від виду отримуваної енергії підсилювачі поділяються на:

- електричні (найбільш розповсюджені);
- гідравлічні;
- пневматичні;
- електрогідравлічні;
- електропневматичні.

Виконавчі пристрої належать до елементів автоматики, які здійснюють управляючий вплив на об'єкт управління. Вони змінюють стан або положення об'єкта так, щоб регульований параметр відповідав заданому значенню. До виконавчих пристроїв, які створюють управляючий вплив, у вигляді сили або моменту обертання, належать силові електромагніти, електромагнітні муфти, двигуни.

Двигуни залежно від виду використовуваної енергії можуть бути:

- електричними;
- гідравлічними;
- пневматичними.

В якості виконавчих пристроїв, що змінюють стан регулюючого органу, можуть використовуватися підсилювачі або реле.

Реле – це елементи автоматики, у яких зміна вихідного сигналу ($x_{вих}$) відбувається дискретно (тобто стрибкоподібно) при досягненні вхідним сигналом ($x_{вх}$) певного значення, що викликає спрацювання реле.

Це значення вхідного сигналу називається рівнем спрацювання реле.

Реле часто використовуються і як автоматично керовані комутатори сигналів у багатоканальних системах збору і передавання даних, в яких обробляється інформація від великої кількості давачів. Вони застосовуються також в системах контролю, сигналізації, блокування і захисту.

Обчислювальні елементи у пристроях автоматичного управління здійснюють математичні перетворення сигналів, які поступають на їх вхід.

У простіших випадках обчислювальні елементи виконують окремі математичні операції, такі як арифметичне додавання, диференціювання, інтегрування, логічне додавання, логічне множення і т. д. Наприклад, у СУ необхідно здійснювати додавання сигналу давача і сигналу зворотного зв'язку, пристроях корекції – диференціювання й інтегрування сигналів.

У складніших випадках як обчислювальний елемент використовуються мікропроцесорні системи спеціалізовані і уніфіковані ЕОМ або комплекс цих засобів. Такі завдання управління, як оптимізація, реалізація алгоритмів управління, які базуються на імовірнісних і статистичних методах обробки сигналів, здійснюються із застосуванням ЕОМ.

Елементи зв'язку і допоміжні елементи належать до пристроїв автоматичного управління для розширення функціональних можливостей основних елементів.

У системах автоматичного управління, в яких в якості обчислювального елемента використовується мікропроцесор або ЕОМ, часто виникає необхідність узгодження ЕОМ з давачами інформації і виконавчими елементами аналогового типу. З цією метою на вході ЕОМ встановлюються аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Аналого-цифрові перетворювачі перетворюють механічний сигнал (переміщення, швидкості і так далі) або електричний сигнал (напруги, сили струму, опору і так далі), отримуваний від аналогових давачів, в дискретний кодований сигнал для обробки ЕОМ.

Управляючу дію в таких системах отримують в дискретній формі як результат обробки в ЕОМ інформації, що поступила.

Якщо в пристроях автоматичного управління як виконавчого елементу використовуються електродвигуни постійного або змінного струму, електромагнітні муфти, підсилювачі потужності постійного або змінного струму і т. д., то виникає потреба оберненого перетворення дискретного сигналу ЕОМ в аналоговий сигнал, який сприймається виконавчим елементом.

Такі операції здійснюються за допомогою цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП). ЦАП перетворюють цифровий сигнал, отриманий від ЕОМ, в переміщення, напругу, струм, частоту і т. д.

Допоміжні елементи автоматики – це стабілізатори напруги або струму, комутатори і розподільники, генератори напруги спеціальної форми ("пилка"), формувачі імпульсів, індикаторні, сигнальні і захисні пристрої.

7.3 Пристрої зв'язку з об'єктом

Для зв'язку параметрів, представлених в аналоговому/дискретному і цифровому вигляді, використовуються пристрої зв'язку з об'єктами (ПЗО). ПЗО є невід'ємною частиною будь-якої системи управління, зокрема, при використанні цифрових пристроїв (промислові комп'ютери, обчислювальні мережі і т.д.) [1 – 4, 13, 14].

Теоретично місце ПЗО у системі управління відображається на схемі (рис.7.1).

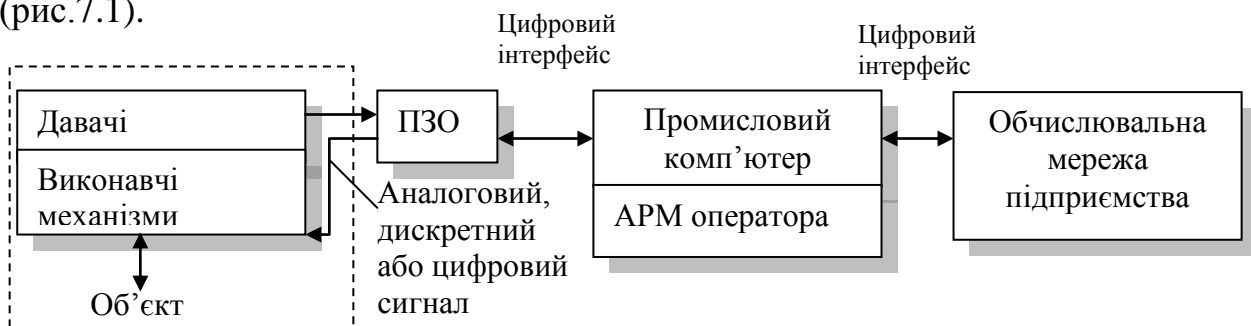


Рис.7.1. ПЗО в структурі автоматизованої системи управління.

Давачі, які встановлюються на об'єкті, призначені для первинного перетворення параметрів у вихідний сигнал для передавання в ПЗО. Виконавчі

механізми приймають керуючі сигнали, що пройшли через ПЗО, для управляючої дії на процес. Зв'язок між давачами, виконавчими механізмами і ПЗО може бути аналоговим, дискретним або цифровим.

Промисловий комп'ютер (PC) в системі приймає цифрову інформацію від ПЗО і виробляє управляючі сигнали. Для зв'язку між ним і ПЗО використовується будь-який з цифрових інтерфейсів (ЦІ), до яких належать RS-232, RS-422, RS-485 і ін. При виборі модулів ПЗО бажано використовувати інтерфейс, на основі якого побудована комп'ютерна мережа підприємства, оскільки інакше можуть знадобитися модулі перетворення інтерфейсів.

У реальних системах модулі ПЗО можуть не бути присутніми у вигляді самостійного пристрою, а входити до складу давачів або промислових комп'ютерів. Наприклад, давачі, які здійснюють подвійне (потрійне і т.д.) перетворення вимірюваної величини і на виході формують цифровий сигнал. ПЗО можуть бути виконані у вигляді АЦП/ЦАП-плати, що вставляється в ISA-слот комп'ютера. У цьому випадку аналогові сигнали можуть бути введені прямо в комп'ютер, де і перетворюються в цифровий код.

Модулі ПЗО – це конструктивно закінчені пристрої, виконані у вигляді модулів, які встановлюються в спеціалізовані плати, що мають клемні з'єднувачі для підведення зовнішніх кіл (такі плати називають монтажними панелями), або на стандартну DIN-рейку. Модулі ПЗО поміщені в пластмасовий корпус і оснащені відповідно або виводами для кріплення на монтажних панелях, або клемними з'єднувачами з гвинтовою фіксацією для кріплення вхідних і вихідних ланцюгів.

За напрямом проходження даних через ПЗО поділяються на три типи:

- 1) пристрої введення, що забезпечують передавання сигналу з давачів в пристрій обробки і виведення сигналів для управління;
- 2) пристрої виведення, призначені для формування сигналів для виконавчих механізмів;
- 3) двонаправлені, що забезпечують введення і виведення сигналів.

За призначенням і конструктивним виконанням ПЗО класифікують наступним чином:

1. Пристрої перетворення типу «а/д сигнал ↔ ЦІ», тобто перетворюючі аналогових і дискретних сигналів у цифрову форму для передавання по цифровому інтерфейсу (ЦІ) і навпаки. У середині цього типу можна виділити класи:

1.1 Модулі аналогового/дискретного введення/виводу, виконані в одному конструктиві. Приклад: серія ADAM-4000 фірми Advantech.

1.2 Пристрої типу «а/д ↔ модуль ↔ м.п. ↔ ЦІ» (м.п. – монтажна плата). Приклад: модулі фірм Grayhill, Analog Devices.

1.3 Пристрої типу «а/д ↔ модуль ↔ м.п. ↔ контролер ↔ ЦІ». Приклад: контролери Grayhill.

2. Допоміжні пристрої.

2.1 Пристрої типу «ЦІ ↔ ЦІ», що служать для перетворення інтерфейсів або для організації нових сегментів вимірювальної мережі (комунікаційні модулі). Приклад: серія ADAM-4000 фірми Advantech.

2.2 Модулі нормалізації і гальванічної розв'язки («а/д ↔ модуль ↔ а/д»). Приклад: серія ADAM-3000 фірми Advantech.

3 Плати для введення/виведення даних в РС:

3.1 Формувач інтерфейсів («ЦІ ↔ плата ↔ РС»).

3.2 Плати АЦП/ЦАП («а/д ↔ плата ↔ РС»).

Деякі ПЗО використовують монтажні плати для встановлення модулів введення/виводу. На деяких з цих плат встановлені АЦП/ЦАП-перетворювачі і формувачі ЦІ.

Пристрої першого виду є основними ПЗО, що використовуються в автоматизації і тому широко представлені виробниками. Ці пристрої призначені для реалізації взаємодії між обчислювальною системою і давачами неперервних і дискретних параметрів, а також для видачі керуючих дій на виконавчі механізми.

Модулі забезпечують виконання наступних функцій:

- прийом і дешифрування команд по цифровому каналу;
- введення і нормалізацію аналогових сигналів (струм і напруга);
- опитування стану дискретних входів;
- фільтрацію аналогових і дискретних вхідних сигналів;
- виведення аналогових (струм і напруга) і дискретних сигналів;
- аналого-цифрове (для модулів аналогового введення) перетворення;
- цифро-аналогове (для модулів аналогового виводу) перетворення;
- перетворення шкали значень безперервних параметрів в заздалегідь задані одиниці вимірювання;
- формування і передавання на адресу основної обчислювальної системи інформації, що містить результат вимірювання або стан дискретних входів.

Представником 2-го класу цього типу ПЗО, тобто ПЗО що являють собою набір модулів що встановлюються на монтажну плату, є модулі та плати фірм Analog Devices (серії 5B, 6B, 7B), Grayhill (серії 70G, 70, 70M, 73G), Opto22 та ін. Особливістю цих модулів аналогового/дискретного введення є те, що вони самі по собі не забезпечують цифрового інтерфейсу.

До 3-го класу даного типу ПЗО належать мікроконтролери фірми Grayhill (OptoMux-MicroDAC, ProMux, MICRODAC LT, MicroLon, DeviceNet-DACNet і система OpenLine). Дані мікроконтролери використовують ті ж модулі аналогового/дискретного введення/виведення і монтажні плати, що і описані вище. Відмінною рисою мікроконтролерів є те, що їх сімейства можуть бути об'єднані в мережу і забезпечувати гнучкі і недорогі рішення при застосуванні для управління і збирання даних. Вони підключаються по інтерфейсу RS-422/485 до мережевого сервера, в якості якого використовується промисловий або персональний комп'ютер.

Комунікаційні модулі призначені для створення інформаційно-вимірвальних мереж, для збільшення довжини лінії зв'язку або організації чергового сегмента мережі (повторювачі).

Крім того, до цього типу можна віднести перетворювачі інтерфейсів RS-232/RS-485 і ін. Вони необхідні для забезпечення зв'язку між вимірвальною мережею підприємства, побудованою на RS-485, і інтелектуальними давачами, які, як правило, використовують інтерфейс RS-232, або радіомодемами.

Запитання для самоконтролю

1. Склад комплексу технічних засобів автоматизованих систем управління.
2. Ознаки класифікації технічних засобів.
3. Склад і призначення елементів програмно-технічного комплексу.
4. Елементи систем автоматики.
5. Типи пристроїв зв'язку з об'єктом та їх функції.
6. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі та їх функції.

ТЕМА 8. Програмовані контролери і мікроконтролери в автоматизованих системах управління.

План

8.1 Програмовані логічні інтегральні схеми як елементна база пристроїв управління.

8.2 Мікроконтролери в системах управління.

8.3 Програмовані логічні контролери.

8.1 Програмовані логічні інтегральні схеми як елементна база пристроїв управління.

Теорія перемикальних схем, яка є основою бінарного управління, використовується в автоматизації та багатьох інших галузях. Ця теорія покладена в основу цифрових ЕОМ.

На даному етапі розвитку мікроелектронних технологій логічні елементи реалізуються в основному на інтегральних схемах (мікросхемах). Складні схеми виконуються у формі середніх і великих інтегральних схем. Проте, така технологія виготовлення елементів систем управління є економічно вигідною тільки при масовому виготовленні схем у кількості порядку кількох тисяч.

Альтернативним є використання *програмованих логічних інтегральних схем* (ПЛІС), як елементної бази для побудови цифрових пристроїв управління [2, 4].

Налаштування ПЛІС на виконання заданих функцій здійснюються користувачем шляхом компонування елементів і вузлів програмним способом.

Структури ПЛІС мають високий рівень регулярності: основу кристала ПЛІС становить матриця однотипних функціональних вузлів, на базі яких користувач може створювати системи керування складними технологічними об'єктами.

Областями ефективного застосування ПЛІС є:

1. синтез нетрадиційних архітектур управляючих автоматів;
2. побудова швидкодіючих пристроїв управління;
3. реалізація автономних систем управління критичного застосування, до яких висувають жорсткі вимоги в частині забезпечення надійності, безпеки, електромагнітної сумісності й т.ін.

До стандартних програмованих логічних пристроїв (стандартних ПЛП, Standard Programmable Logic Devices, SPLD) належать PROM, PLA, PAL.

Структура PROM (ППЗП – Programmable Read Only Memory – PROM) включає дві матриці: матриця, налаштована на реалізацію функції повного дешифратора, і програмована матриця “АБО”. PROM дозволяє реалізувати логічні функції, представлені в досконалій диз'юнктивній нормальній формі.

Програмовані логічні матриці (ПЛМ – Programmable Logic Array – PLA) містять дві програмовані матриці, одна з яких налаштована на реалізацію функції “І”, а інша – функції “АБО”.

Удосконалення структури PLA призвело до створення програмованих матриць логіки (ПМЛ – Programmable Array Logic – PAL), у яких програмується

тільки матриця І, матриця АБО має фіксоване налаштування, а множина проміжних шин зв'язується з одним виходом.

ПЛІС, які реалізують на одному кристалі декілька PAL, що поєднуються програмованими з'єднаннями одержали назву складних ПЛМ (Complex Programmable Logic Devices, CPLD). Узагальнена структура CPLD містить матрицю функціональних блоків і програмовану матрицю перемикачів.

У мікросхемах матриць елементів гнучкої логіки (Flexible Logic Element Matrix – FLEX) відсутня PAL-структура, а наявні блоки логічних елементів, що поєднуються в LAB-модулі, зв'язок між якими здійснюються за допомогою горизонтальних і вертикальних шин. Кожний логічний елемент включає функціональний генератор, який програмно налаштовується на табличну реалізацію будь-якої функції певного числа змінних.

У програмованих користувачем вентильних матрицях (Field Programmable Gate Array – FPGA) лінії каналів складаються з окремих сегментів, що з'єднують програмованими матрицями перемикачів, які дозволяють передавати сигнали в кожному із чотирьох напрямків

Термін SOPC (System On Programmable Chip), тобто система на програмованому кристалі визначає ПЛІС найбільшого рівня інтеграції, які містять сотні тисяч еквівалентних вентилів.

Найбільш поширеними САПР для проектування цифрових пристроїв на ПЛІС є програмні продукти фірм Xilinx та Altera.

8.2 Мікроконтролери в системах управління.

Мікропроцесорна техніка на сучасному етапі є основним засобом реалізації АСУ.

З 70-х років розробники систем управління почали використовувати обчислювальні системи на базі мікропроцесорів, які випускали ряд виробників (Intel, Motorola та ін.). Проте, внаслідок архітектурних обмежень мікропроцесори не можуть безпосередньо вирішувати завдання управління, оскільки взаємодія мікропроцесора з ОУ і пультом управління (ПУ) безпосередньо неможлива, і для досягнення поставлених цілей необхідно забезпечувати їх набором додаткових пристроїв: пам'яттю програм і даних, а також набором периферійних елементів і пристроїв: таймерами, лічильниками, аналого-цифровими і цифро-аналоговими перетворювачами, програмованими контролерами введення-виведення і т.п.

Ідея інтеграції найчастіше використовуваних елементів систем управління на одному кристалі одержала втілення в 1978 році з випуском фірмою Intel пристрою з кодовим позначенням 8048, що пізніше одержав назву мікроконтролер (МК) і який став основою систем управління, вбудованих в робототехнічні комплекси, побутову електроніку та ін.

Під мікроконтролером у даному застосуванні розуміють програмований обчислювальний пристрій, що має набір периферійних пристроїв і використовується для вирішення завдань управління в технічних системах [2–4, 16].

За сферою застосування, структурною організацією, розрядністю, набором периферійних пристроїв, системою команд і іншим ознакам МК згруповані в сімейства. До поширених представників різних сімейств слід віднести 32-розрядні мікроконтролери фірми Motorola, 16-розрядні мікроконтролери MCS-96 Intel, RISC- мікроконтролери AVR фірми Atmel, PIC-контролери фірми MicroChip, мікроконтролери загального призначення SAB фірми Siemens.

Структура мікроконтролера. Мікроконтролер є обчислювальною системою, реалізованою як одна мікросхема, і включає наступні основні блоки: ядро, пам'ять програм і пам'ять даних, периферійні пристрої (рис. 8.1).

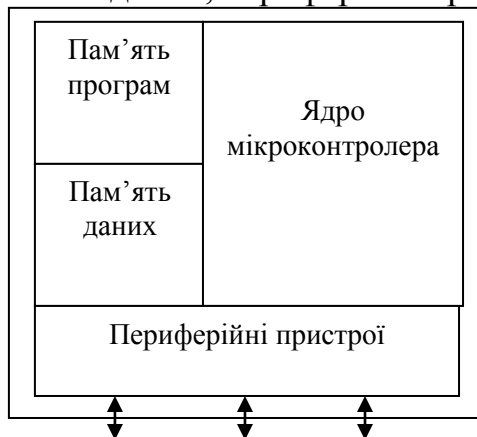


Рис. 8.1. Узагальнена структурна схема мікроконтролера.

Ядро мікроконтролера реалізує процес управління, що задається програмою. До складу ядра МК входять процесор, тактовий генератор і контролер шини. Процесор здійснює процес обробки інформації і управління цим процесом відповідно до програми, яка є послідовністю команд.

Пам'ять програм призначена для зберігання програм управління.

Необхідні для процесу управління дані розміщуються в пам'яті даних.

Периферійні пристрої призначені для забезпечення сполучення МК із зовнішніми об'єктами і апаратної реалізації ряду функцій управління.

Мікроконтролери, як і обчислювальні машини інших класів, реалізуються на основі гарвардської або прінстонської архітектури. У мікроконтролерах, виконаних на основі гарвардської архітектури, програми і дані розташовуються в логічно незалежних блоках пам'яті з різними методами доступу. У мікроконтролерах, виконаних на основі прінстонської архітектури, програми і дані можуть розташовуватися в загальному блоці пам'яті; для звернення використовується єдиний метод доступу.

До числа типових, найчастіше інтегрованих на кристал МК периферійних пристроїв, належать наступні блоки:

- паралельні цифрові порти введення-виведення, що здійснюють обмін даними;
- таймери-лічильники, що здійснюють формування часових інтервалів і виконують підрахунок логічних подій;
- вузли апаратної обробки подій з прив'язкою за часом;

- цифро-аналогові і аналого-цифрові перетворювачі, які здійснюють виведення і введення неперервних сигналів;
- послідовні порти введення-виведення, які здійснюють обмін даними в розподілених системах;
- блоки обробки переривань;
- засоби підвищення надійності функціонування.

Кожний МК має певну систему команд, що характеризується списком команд і їх форматом. Список команд є набором операцій, виконання яких передбачене на процесорі цього МК.

На сучасному етапі створення автоматичних і автоматизованих систем здійснюється у двох напрямках: перший із них пов'язаний з використанням центральних управляючих мікро-ЕОМ, другий – це використання в кожному контурі управління мікроконтролера. У мікроконтролерних системах центральна ЕОМ або відсутня зовсім, або вводиться для передавання їй функцій супервізора [4, 16].

8.3 Програмовані логічні контролери.

Вузли нижнього рівня АСУ ТП найчастіше реалізують за допомогою пристроїв із загальною назвою програмовані контролери (ПК) [2 – 4, 11, 13–14]. Завдання, що вирішуються контролерами на цьому рівні:

- локальне управління об'єктом (наприклад, підтримка температури на заданому рівні);
- збирання даних (наприклад, опитування декількох датчиків температури і передавання повідомлення про параметри в цифровій формі системі верхнього рівня).

Функціональне означення програмованого контролера об'єднує чотири класи технічних засобів автоматизації:

- промисловий комп'ютер;
- програмований (іноді промисловий) контролер;
- програмований логічний контролер;
- контролер збору даних ПЗО в розподілених системах.

Для цих засобів використовується абревіатура ПК, і вони мають однакові особливості:

- засоби виконані на основі мікропроцесорної елементної бази і є мікропроцесорними системами;
- засоби мають у своєму складі (чи можуть бути оснащені) пристроями зв'язку з об'єктом (ПЗО), які виконують функції гальванічної розв'язки джерел дискретного, аналогового сигналів, кінцевого силового устаткування і пристроїв введення/виведення контролера, приведення меж шкали неперервного сигналу до стандартного діапазону вимірювального каналу, попередньої низькочастотної фільтрації;
- засоби мають конструктивне спеціальне виконання – розміщення плат на спеціальних шасі, покриття плат спеціальними складами,

застосування пило- і вологонепроникних корпусів, розрахованих на внутрішній тиск і т.д.

Промисловий комп'ютер – це Windows-сумісний комп'ютер в промисловому виконанні. Містить повний набір засобів людино-машинного інтерфейсу, але дисплеї, клавіатури, вінчестери, теж мають спеціальне виконання. Часто зустрічається щитовий варіант виконання.

Універсальний програмований контролер – це мікропроцесорна система, потужність якої практично не відрізняється від потужності промислового комп'ютера. Проте, якщо для останнього основною була функція людино-машинного інтерфейсу, то контролер орієнтований в основному на роботу в якості локального вузла збирання і передавання даних в розподіленій мережі в реальному масштабі часу або на локальне управління об'єктом.

З функціональної точки зору виробу цих двох класів об'єднує наявність відкритого програмного забезпечення.

Програмований логічний контролер (ПЛК) – це мікропроцесорна система спеціального призначення з проблемно-орієнтованим програмним забезпеченням для реалізації алгоритмів логічного управління і/або замкнених систем автоматичного управління у сфері промислової автоматики.

ПЛК відрізняються від спеціалізованих вбудованих мікропроцесорних контролерів універсальністю структури.

Контролер збору даних є мікропроцесорною системою, призначеною тільки для збору інформації. Ці контролери виконують функції перетворення сигналів групи первинних датчиків в цифровий код і передавання отриманих даних пристрою верхнього рівня, використовуючи один із протоколів локальних промислових мереж.

Програмне забезпечення двох останніх типів систем не є відкритим.

Структура ПЛК, під'єданого до об'єкта управління, показана на рис. 8.2.

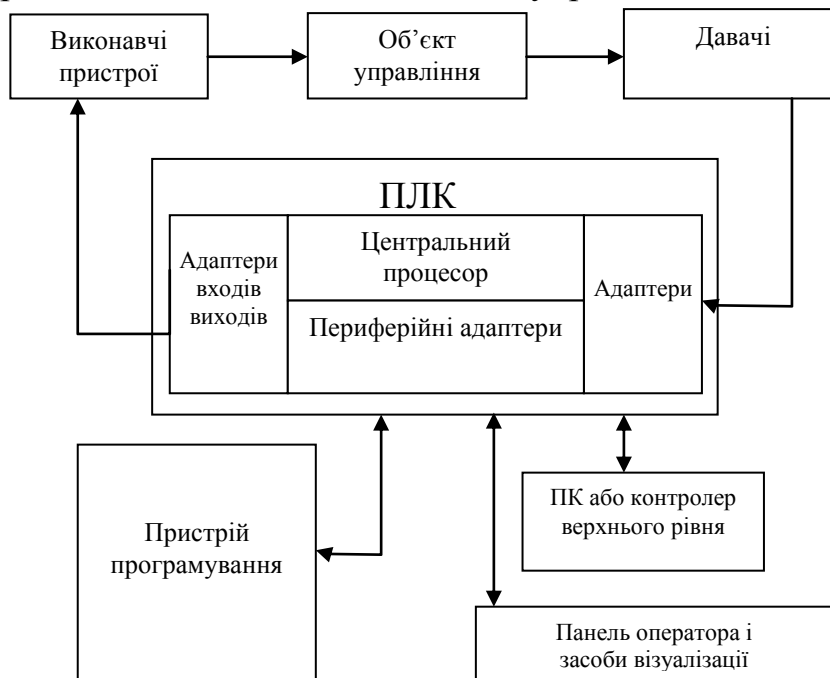


Рис. 8.2. Програмований логічний контролер у системі управління.

Структура ПЛК: центральний процесор (який включає мікропроцесор), пам'ять програм і пам'ять даних, магістраль сполучення з локальними модулями введення/виведення, адаптери зв'язку з віддаленими модулями ПЗО, адаптери зв'язку з периферійним сервісним обладнанням (пульт оператора, дисплеї, друкуючий пристрій). Локальними модулями ПЗО називають модулі, конструктивно розміщені в одному крейті з платами ЦП і пам'яті ПЛК.

Внутрішня структура контролерів – магістральна, тобто до внутрішньо-системної шини підключається процесор, пристрої оперативної та постійної пам'яті, зовнішні пристрої, засоби оперативного управління, пристрої цифрового зв'язку та пристрої зв'язку з об'єктом.

Інтерфейсний зв'язок між контролером і підсистемою введення/виведення реалізується за допомогою інтерфейсного модуля, що підтримує один з комунікаційних протоколів: Profibus DP, Modbus RTU, Modbus, CAN, DeviceNet, ControNet і т. д.

Приклади. До сімейства малих контролерів можна віднести SLC 500 (Allen - Bradley), TeleSAFE Micro16 (Control Microsystems), Simatic S7 - 200, 300 (Siemens).

Контролери середньої потужності можуть обробляти тисячі змінних дискретного і аналогового типу: PLC - 5 (Allen - Bradley), Premium (Schneider Electric), Direct Logic DL405 (Kooyo) і інші.

Представниками групи контролерів для реалізації складних алгоритмів є ControlLogix (Allen - Bradley), Simatic S7 - 400 (Siemens), Fanuc 90-70 (GE Fanuc), VME (PEP Modular Computers).

Запитання для самоконтролю.

1. Класифікація ПЛІС.
2. Структура стандартних програмованих логічних пристроїв.
3. Структура складних ПЛМ та систем на кристалі.
4. Структура та функції мікроконтролера в автоматизованих системах.
5. Периферійні пристрої мікроконтролера.
6. Програмовані контролери та їх функції.
7. Структура контролерів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления / А.В. Меньков, В.А. Острейковский. – Учебник для вузов. – М.: Издательство Оникс, 2005. – 640 с.
2. Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский диалект, 2001. – 557 с.
3. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. – СПб.: Профессия, 2009. – 592 с.
4. Великий В. І. Мікропроцесорні системи в САУ: курс лекцій : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. І. Великий; Одес. нац. політехн. ун-т, Ін-т комп'ют. систем. – Одеса: Наука і техніка, 2006. – 188 с.
5. Береза А. М. Основы створення інформаційних систем: навч. посіб. / А. М. Береза. – 2 вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 214 с.
6. Основы інформаційних систем: Навч. посібник. – Вид. 2-ге, перероб. і доп. / В. Ф. Ситник, Т. А. Писаревська, Н. В. Єрьоміна, О. С. Краєва; За ред. В. Ф. Ситника. — К.: КНЕУ, 2001. — 420 с.
7. ДСТУ 2226-93 Автоматизовані системи. Терміни та визначення. – К.: УкрНДІССІ, 1994. – 92 с.
8. ГОСТ 24.104-85 Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования. – М. :ИПК Стандартов, 2002. – 14с.
9. Справочник проектировщика АСУ ТП / Г.Л. Смилянский, Л.З. Амлинский, В. Я. Баранов и др.; Под ред. Г.Л. Смилянского. . – М.: Машиностроение,1983. – 527 с.
- 10.Николайчук Я. М. Теорія джерел інформації: монографія / Николайчук Я. М. – Тернопіль: ТНЕУ, 2008. – 536с.
- 11.Вальков В.М., Вершин В.Е. Автоматизированные системы управления технологическими процесами. – 3-е узд., перераб. и доп. – Л.: Политехника, 1991. – 269 с.
- 12.ГОСТ 34.601-90 Автоматизированные системы. Стадии создания.
- 13.Стефани Е.П. Основы построения АСУ ТП. – М.: Энергоиздат,1982. – 352 с.
- 14.Технические средства АСУ ТП: Учебное пособие для ВУЗОВ по специальности «Автоматика и управление в технических системах»/ В.Д.Родионов. – М.: Высшая школа,1989. – 263 с.
- 15.Математичне забезпечення інформаційно-керуючих систем: Підручник для вузів / Гуржій А. М., Дудар З. В., Левикін В. М., Шамша Б. В. – Харків: Компанія СМІТ, 2006. – 448 с.
- 16.Васильев А.Е.Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. – 210 с.
- 17.Павлов А. А. Алгоритмическое обеспечение сложных систем управления [Текст] : монография / А. А. Павлов. – К. : Выща шк., 1989. – 166 с.

Навчальне видання

Превисокова Н. В.

ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Конспект лекцій

Для студентів 4 курсу напряму
6.040302 “Інформатика”
денної форми навчання

