

**Кафедра організації та технічного забезпечення
аварійно-рятувальних робіт
Національного університету цивільного захисту України**

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
В ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

Курс лекцій

Харків 2015

Підготовлено до друку за рішенням
засідання організації та технічного
забезпечення аварійно-рятувальних
робіт НУЦЗ України
Протокол від 09.02.15 № 15

Укладач: Л.В.Борисова

Рецензенти: доктор технічних наук, професор М.О. Подустов, завідуючий кафедрою автоматизації хіміко-технологічних систем та екологічного моніторингу НТУ «ХП»;

О.В. Тарахно, начальник кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил

Автоматизовані системи управління технологічного процесу в хімічних виробництвах: курс лекцій / Укладач Л.В.Борисова. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 98 с.

У курсі лекцій розглянуто структуру АСУ ТП та її підсистем, сучасні системи управління, основні функції і режими роботи АСУ ТП, створення інтегрованих АСУ для підприємств хімічної промисловості, технічне, інформаційне і організаційне забезпечення АСУ ТП, Основні можливості SCADA-систем.

Рівень викладення матеріалу дозволяє використовувати його у навчальному процесі для курсантів, студентів та слухачів під час роботи на посаді інженер, науковець, практичний фахівець, які працюють у сфері пожежної безпеки та цивільного захисту.

Зміст

Структура АСУ ТП та її підсистем	3
Лекція 1. Промислові підприємства хімії як об'єкти управління.....	3
Лекція 2. Класифікація автоматизованих систем управління	13
Лекція 3. Сучасні системи управління виробництвом.....	23
Лекція 4. Створення інтегрованих АСУ для підприємств хімічної промисловості.....	32
Лекція 5. Основні функції і режими роботи АСУ ТП.....	44
Лекція 6. Організаційне і технічне забезпечення АСУ ТП.....	58
Лекція 7. Організаційне і технічне забезпечення АСУ ТП (2)	66
Лекція 8. Інформаційне і математичне забезпечення АСУ ТП.....	77
Лекція 9. Реалізація систем управління	87

СТРУКТУРА АСУ ТП ТА ЇЇ ПІДСИСТЕМ

ЛЕКЦІЯ 1. ПРОМИСЛОВІ ПІДПРИЄМСТВА ХІМІЇ ЯК ОБ'ЄКТИ УПРАВЛІННЯ

План

Вступ

1. Загальні відомості про хімічні підприємства.
2. Стисла характеристика хімічних підприємства.
3. Автоматизована система управління підприємством.
4. Основні ознаки АСУ агрегатами й установками:

Висновки

Література

1. Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.
2. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 185 с.
3. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.

Вступ

В основі закону про управління лежить наука кібернетика, яка встановлює загальну аналогію між процесами управління підприємством. Дана теорія дозволяє підходити до різних, по своїй суті, систем управління виробництвом та організації процесу управління з єдиних методологічних позицій.

Перші роботи по створенню автоматизованих систем управління (АСУ) на підприємствах хімічної промисловості з'явилися на початку 60-х років і почали достатньо інтенсивно розвиватися, формуючись у два напрямки:

- АСУ для оперативного управління агрегатами, цехами й підприємствами (АСУ технологічними процесами – АСУ ТП);
- АСУ організаційно-економічною й господарською діяльністю підприємства (АСУ підприємствами – АСУП).

Наприкінці 70-х років виникла необхідність їх об'єднання й почали розвиватися інтегровані АСУ щодо великих промислових підприємств.

1. 1 Загальні відомості про хімічні підприємства

Сукупність взаємопов'язаних процесів, у результаті яких вихідна сировина і матеріали перетворюються в той чи інший вид готової продукції, прийнято називати *виробничим процесом*.

Основою цієї сукупності взаємопов'язаних процесів є *технологічний процес (ТП)*.

Характеристики і особливості основних ТП підприємств хімії визначають не тільки організацію відповідних виробничих процесів, але і специфіку підприємства в цілому. У загальному випадку для виробництва продукції, крім відповідних ТП, необхідною є наявність багатьох інших процесів, таких, наприклад, як організація та управління ходом виробництва, забезпечення його необхідними ресурсами (матеріальними, енергетичними, трудовими), проведення ремонту устаткування. Усе це об'єднується в поняття *виробничі процеси підприємства*. У залежності від об'єму і номенклатури продукції, що випускається, характеру і структури підприємства, такими підрозділами є окремі цехи або виробництва.

У хімії технологічні процеси зазвичай реалізуються на одному агрегаті, групі взаємопов'язаних агрегатів або технологічних лініях. Виробничі процеси охоплюють як технологічні, так і організаційні аспекти виробництва й реалізуються в рамках спеціально утворених підрозділів. У залежності від об'єму номенклатури продукції, що випускається, характеру й структури підприємства такими підрозділами є окремі цехи або виробництва.

Узгоджена робота і оперативна координація цих підрозділів здійснюється оперативно-диспетчерською службою підприємства – специфічними підрозділами, які мають складну ієрархічну структуру, реалізуючи чисельні та різноманітні зв'язки між оперативним персоналом цехів або підприємств і окремими функціональними відділами управління підприємств. При цьому зв'язки оперативно-диспетчерської служби з виробничими і плановими відділами забезпечують можливість оперативного планування і управління основною виробничою діяльністю, а зв'язки з цехами й виробництвом дозволяють реалізувати функції оперативно-диспетчерського управління і оперативного обліку.

Спрощений розгляд окремих елементів у сфері організації виробництва й управління підприємством дозволяють установити – і це є важливим для подальшого розуміння інтеграції – наявність постійно діючих і взаємообумовлених зв'язків між окремими елементами процесу виробництва від агрегату (устаткування) до підприємства в цілому. Саме ці внутрішні зв'язки визначають складну систему виробничих і організаційно-економічних відносин, існуючих на підприємстві. Важливим є й зовнішні зв'язки, що визначаються зв'язками з постачальниками й споживачами, з фінансовими органами тощо.

1. 2 Стисла характеристика хімічних підприємства

1. 2.1 Виробнича структура підприємства

Виробнича структура підприємства – прийнятий склад вихідних елементів (агрегатів, установок, цехів і виробництв), які забезпечують цілеспрямовану виробничу діяльність підприємства, способи їх взаємного поєднання та існуючі між ними зв'язки. У більшості випадків ці зв'язки відображають матеріа-

льні (сировина, напівфабрикати, готова продукція й енергетичні (електроенергія, пар, газ, вода) потоки між окремими елементами виробництва.

Виробнича структура є однією з основних характеристик підприємства й багато в чому визначає способи управління цим об'єктом.

При цьому слід мати на увазі, що для різних галузей промисловості характерними є різні схеми виробництва і, відповідно, різні структури з послідовними, паралельними або змішаним з'єднанням окремих елементів.

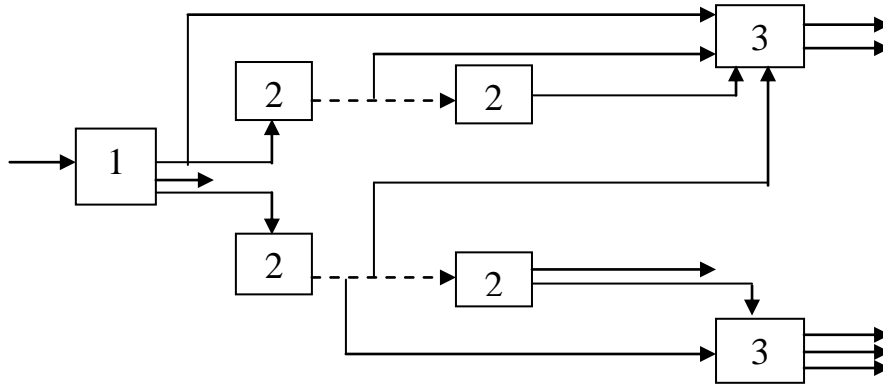


Рисунок 1 – Спрощена виробнича структура підприємств нафтопереробки:

1 – первинна переробка нафти, 2 – вторинна переробка нафти, 3 – цехи змішування нафтопродуктів

Наприклад, для нафтопереробних підприємств характерною є промене-подібна конфігурація, що відображає основний технологічний процес: поділ нафти на відповідні компоненти в результаті її первинної обробки з наступним отриманням з них різних продуктів шляхом змішування. На підприємствах з виробництва мінеральних добрив найбільш поширеною є змішана структура, яка визначається основними матеріальними й енергетичними зв'язками між окремими виробництвами.

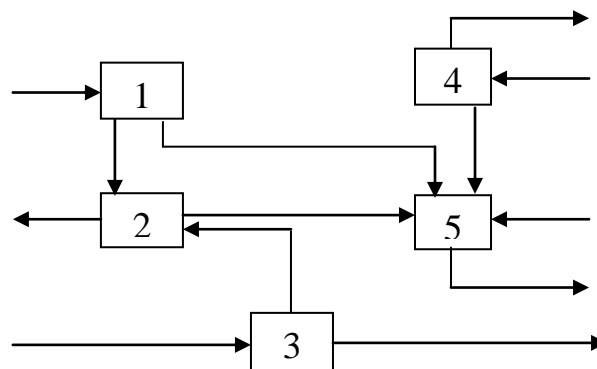


Рисунок 2 – Спрощена структура підприємств хімії:

1 – аміачне, 2 – мінеральних добрив, 3 – великотоннажні агрегати хімічних виробництв, 4 – хлорне, 5 – продуктів органічного синтезу

У реальних умовах промислового підприємства різноманіття існуючих структур та інших специфічних факторів є настільки великим, що поділ на вказані групи має деяке наближення до дійсності, що є корисним при виробленні тих чи інших рішень в області управління. Більшість діючих підприємств представляють собою деяку комбінацію вказаних груп.

1. 2.2 Види підприємств

Підприємства хімічної промисловості різняться за:

- характером продукції, що випускається;
- типу технологічних процесів;
- об'єму виробництв;
- організаційній структурі тощо.

Для підприємств хімічної промисловості доцільно виділити три групи:

- великі підприємства або виробничі об'єднання (значна кількість агрегатів невеликої потужності, які об'єднані в складні паралельно-послідовні схеми; виробничі структури таких підприємств є багатоступеневими);
- підприємства середньої потужності (підприємства, середньої продуктивності, які не мають у своїй структурі виробництв як окремих адміністративно-господарчих одиниць);
- створені підприємства з агрегатами великої одиничної потужності (мале число агрегатів одиничної потужності, більш проста схема з'єднання, спрощені комунікації та зменшення займаної площі при високій загальній продуктивності).

Поділ на вказані групи є лише деяким наближенням до реальності, що є корисним при виробленні тих чи інших рішень. Більшість підприємств представляють собою деяку комбінацію вказаних груп.

1. 2.3 Організація управління підприємством

Промислове підприємство є складною системою управління. Виробничий процес характеризується виробничо-технічною, організаційною і економічною єдністю.

Розглянемо систему управління виробничим підприємством (рис. 3.).

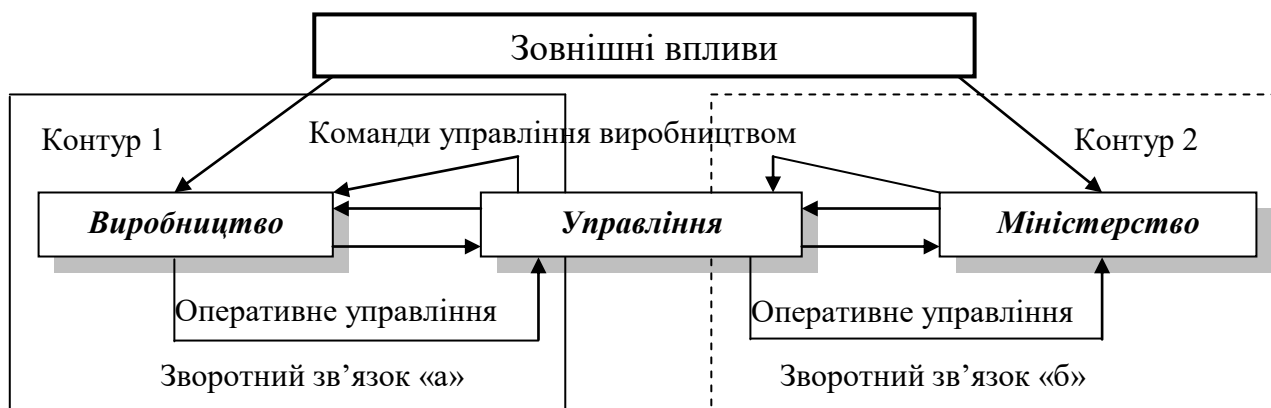


Рисунок 3 – Схема моделі управління підприємством

Контур 1 відображає внутрішнє управління виробництвом на основі планових і керуючих завдань ззовні – з контуру 2 (Міністерство та інші вищі організації), інформації зворотного зв'язку «а» – дані про фактичний стан виробництва, надходженні матеріалів, випуску продукції, незавершеному виробництві й т.п.

Будь-яка система управління, з точки зору її функціонування, вирішує такі основні завдання:

- збір і передачу інформації про керований об'єкт;
- переробку інформації;
- видачу управляючих впливів на об'єкт управління.

АСУ забезпечує автоматизоване рішення цих завдань у комплексі.

Зміст і взаємозв'язки системи, елементами якої є окремі посадові особи або група осіб, які здійснюють організацію праці та управління підприємством, прийнято називати *організаційною структурою*, характеристика й форми якої визначаються:

- виробничою структурою підприємства;
- видом і потужністю основного технологічного обладнання;
- рівнем управління.

Основна *мета виробничої системи* – це перетворення ресурсів різного виду (матеріалів, енергії, робочої сили та ін.) у продукцію вигідним способом (рис. 4.). Щоб забезпечити протікання фізичного (виробничого) процесу саме таким чином, необхідно створити його модель.

В якості структурних компонентів у систему управління входять:

- об'єкт управління (виробничий процес на підприємстві);
- керуючий орган (міністерство);
- система збору та обробки інформації про стан усіх елементів системи.

ми.

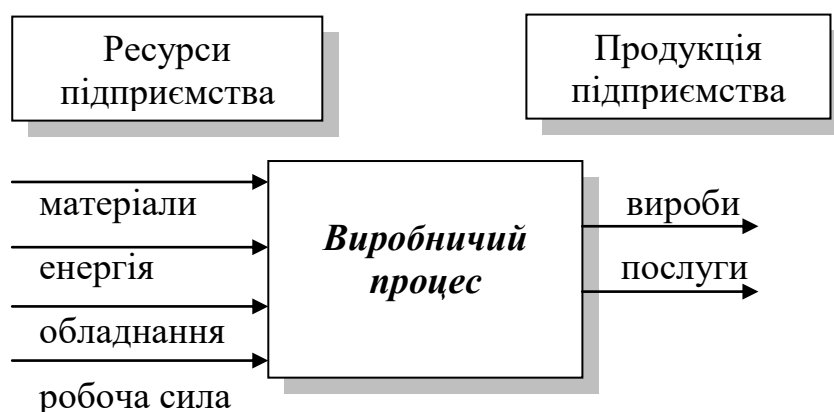


Рисунок 4 – Загальна схема виробничого процесу

Процес управління підприємством розглядають як процес інформаційний, а в складі управляючої системи виділяють для вивчення і проектування

інформаційну систему, яка реалізує процеси обробки даних, замикає через себе прямі й зворотні інформаційні зв'язки між об'єктом управління і апаратом управління.

Стосовно організаційних і функціональних аспектів підприємства в загальному випадку прийнято говорити про три основні рівні управління:

- верхній рівень – управління підприємством;
- середній рівень – управління виробництвом або великими цехами;
- нижній рівень – управління окремими агрегатами, технологічними установками.

Верхній рівень утворюється керівництвом підприємства і його функціональними відділами, у тому числі диспетчером підприємства.

Середній рівень – керівництво виробництвом, заводів, крупних цехів, що входять до складу підприємства, і диспетчерським персоналом відповідних виробничих одиниць.

Нижній рівень – оперативними керівниками (старшими операторами, начальниками змін).

Ієрархія виробничих і організаційних відносин, що є характерними для підприємств хімічної та нафтохімічної промисловості, технологічні агрегати, установки, в окремих випадках цехи й відповідні для них системи управління знаходяться на нижньому рівні управління.

1.3 Автоматизована система управління підприємством

Автоматизована система управління підприємством (АСУП) – управління, при якому застосовуються сучасні засоби збору, обробки, передачі даних, економіко-математичні методи вирішення завдань управління підприємством.

АСУП забезпечує автоматизований збір і обробку інформації про діяльність виробництва, апарату управління, що включає розробку інформаційної системи підприємства, необхідної для оптимізації управління в різних сферах людської діяльності.

Комплексний підхід до вивчення АСУП повинен включати:

- вивчення властивостей і зв'язків досліджуваної системи управління;
- рішення задач організації й планування виробництва;
- визначення комплексу технологічного обладнання та масиву обліково-звітних документів;
- дослідження можливості автоматизації процесу управління виробництвом;
- розробку зв'язків між вузлами управління як всередині системи, так і з зовнішніми джерелами;
- побудову структури інформаційних витоків та організація документообігу;
- вибір базових технічних засобів, термінальних пристроїв та їх параметрів;

- дослідження функціональних ланок підприємства з аналізом їх структури;
- застосування сучасних технологій при проектуванні АСУП;
- аналіз і розробку засобів програмно-математичного забезпечення системи управління;
- оцінку економічної ефективності від упровадження автоматизованої системи управління виробництвом.

Мета створення АСУП – забезпечити ефективність функціонування виробничо-господарських процесів підприємства як об'єкта управління.

Функції, що виконуються АСУП:

- забезпечення реалізації внутрішніх і зовнішніх зв'язків підприємств. У першому випадку вони спрямовані на найбільш ефективне функціонування підприємства як єдиного цілого, у другому – на забезпечення його необхідними ресурсами, узгодженими плановими завданнями і якісною об'єктивною звітністю. При цьому АСУП знаходиться на стику двох потоків інформації: один потік зверху – від системи народного господарства на підприємство, другий знизу – від технологічних і виробничих процесів;

- використання обчислювальних можливостей сучасних ЕОМ дає змогу вирішувати організаційно-економічні задачі за профілем основних функціональних відділів підприємства: планового, виробничого, постачання, збуту, фінансів, кадрів, бухгалтерського тощо.

При розгляді всієї множини завдань АСУП суттєвим як за характером самих задач, так і за застосовуваним методам їх вирішення є виділення чотирьох основних фаз або стадій і, відповідно, чотирьох груп задач, сукупність яких утворює замкнутий цикл управління тим чи іншим об'єктом:

- планування;
- власне управління;
- облік;
- аналіз.

Планування – це визначення тих показників, що характеризують діяльність об'єкта за той чи наступний відрізок часу, на досягнення яких повинна бути спрямована діяльність даного об'єкта. Ці показники повинні бути близькими до оптимальних. У процес їх визначення в АСУП входять постановка і рішення математично сформульованої задачі.

Власне управління – це по суті реалізація планових завдань, які включають у себе весь комплекс необхідних операцій по виробленню конкретних управляючих впливів і їх реалізації на об'єкті.

Облік – це визначення як кількісних, так і якісних показників результатів діяльності окремих підрозділів і всього підприємства в цілому.

Аналіз – це зіставлення отриманих даних обліку з плановими показниками. У процесі аналізу виявляються причини можливих відхилень від плану й при необхідності здійснення корекції на наступний цикл планування.

Для визначення найбільш раціональних методів управління підприємствами необхідно вивчити інформаційні потоки, розглянути створення складних систем управління, математичних моделей і фізичних аналогів досліджуваної системи та її елементів, встановити умови взаємодії людини й засобів управління.

Система управління – система, в якій реалізуються *функції управління* і яка включає:

- фахівців, об'єднаних в органи управління;
- комплекс методів управління, що використовується;
- організаційну та обчислювальну техніку;
- зв'язок між органами управління, об'єктом управління й зовнішнім середовищем визначаються різними способами взаємодії та потоками управлінської інформації;
- документообіг, необхідний для виконання функцій, розподілених між органами управління для досягнення цілей, поставлених перед системою.

1. 4 Основні ознаки АСУ агрегатами і установками

Об'єктом управління в АСУ агрегатами і установками є технологічні процеси переробки вихідної сировини в готовий продукт. Відповідно сам об'єкт називають *технологічним об'єктом управління (ТОУ)*, а системи, що створюються для управління ним – *автоматизованими системами управління технологічними процесами (АСУ ТП)*.

Автоматизована система управління технологічними процесами – сукупність апаратно-програмних засобів, що здійснюють контроль і управління виробничими й технологічними процесами, підтримують зворотний зв'язок і активно впливають на хід процесу при відхиленні його від заданих параметрів, забезпечуючи регулювання і оптимізацію процесу управління.

Головною задачею АСУ ТП є управління технологічним режимом роботи об'єкта в цілому, включаючи стабілізацію або оптимізацію окремих параметрів, або режиму його роботи, вироблення необхідних управляючих впливів і їх реалізацію.

Управління технологічними процесами полягає в оптимальному використанні законів, покладених у їхню основу, з обліком зовнішніх збурюючих впливів і внутрішніх станів.

1. Управління предметами й засобами праці (запасами, підготовкою і розподілом сировини, ремонтом устаткування, розподілом виробничих потужностей), виробничими відносинами, котрі полягають в їхньому оптимальному використанні.

2. Організаційно-економічне управління об'єктом (підприємством у цілому), що полягає в досягненні оптимального значення критерію ефективності (одержання максимального прибутку, продуктивності). Організаційно-економічне управління містить у собі:

- техніко-економічне планування;

- управління технічною підготовкою виробництва;
- збут продукції;
- матеріально-технічне постачання;
- кадрову політику;
- управління фінансами і якістю продукції.

З розвитком обчислювальної техніки і удосконалюванням методів управління виробництвом усе більша увага приділяється автоматизованим системам управління, процесам автоматизації. Його основні напрями:

- автоматичне регулювання (стабілізація);
- програмне управління;
- системи, що стежать;
- екстремальне регулювання;
- пошукові системи;
- оптимальне управління;
- самонастроювальні системи.

Процес управління, у загальному випадку, представляє процес обробки й переробки інформації. Таким чином, *функціональний склад суб'єкта управління* може бути представлений наступними підсистемами (блоками):

- блок прийняття рішень;
- блок програмно-математичного забезпечення;
- блок технічного забезпечення (блок технічних засобів).

Головним є блок прийняття рішень, до складу якого входить ряд фахівців у вигляді ієрархічної структури і використовувані ними методи.

Якісна робота блоків можлива лише у випадку комплексного підходу до питання розробки і реалізації проекту по автоматизації підприємства. Процес розробки проекту можна звести до наступної послідовності:

- дослідження функцій підприємства і його підрозділів;
- розробка функціональної моделі діяльності організації;
- розробка інформаційної моделі;
- складання моделі полії організації;
- розробка пропозицій по оптимізації.

При розробці системи враховується, що на якість функціонування системи управління будуть впливати:

- рівень і характер інформаційного забезпечення процесів управління;
- умови збору й обробки інформації для аналізу та синтезу процесів;
- якість, вірогідність і повнота інформації (зовнішньої та внутрішньої);
- стандартизація й ідентифікація вихідних даних;
- імовірнісні характеристики одержуваної інформації як по об'єкту, так і по межах;
- ступінь досконалості математичних моделей підсистем і системи в цілому;
- прогнозування зміни обстановки;

– умови функціонування при невірогідності або відсутності частини інформації;

– можливість реалізації моделей і функціонування системи в умовах сучасного розвитку технічних засобів;

- сумісність різних підсистем на інформаційному й програмному рівні;
- підготовленість кадрів.

Реалізація системи неможлива без побудови її математичної моделі – системи формалізованих математичних структур, у яких інтегровані аналітичні, логічні, лінгвістичні й інші типи моделей.

Математичне забезпечення являє собою систему, що реалізує попередньо розроблені математичні моделі об'єктів.

Кожна модель повинна:

- цілеспрямовано вирішувати певне завдання;
- мати строгі зв'язки з іншими моделями;
- мати можливість одержання ймовірнісних характеристик.

Особливості АСУ ТП у хімічній промисловості

Для різних галузей промисловості характерні свої особливі технологічні процеси і, відповідно, різними є системи, що створюються для управління цими процесами. При цьому може змінюватися як характер завдань, що вирішуються, так і можливий ступінь автоматизації й раціональні об'єми впровадження АСУ даного класу в тій чи іншій галузі.

На крупних спеціалізованих агрегатах (установках) безперервно протікають технологічні процеси отримання продукції певного виду і у цьому випадку особливу значимість отримують АСУ цими процесами. Більшість виробництв мають безперервно-дискретні процеси і за значимістю АСУ ТП займають середнє положення в загальній проблемі автоматизації.

Особливості хіміко-технологічних процесів

На хімічних виробництвах існує значна кількість технологічних процесів, більшість з яких протікають у відповідних апаратах і ґрунтуються на тих чи інших хімічних реакціях, у результаті чого:

- змінюється внутрішній молекулярний стан вихідного продукту (окислення, відновлення, нейтралізація тощо);
- достатньо багато різних фізико-хімічних процесів, таких, як ректифікація, випарування, кристалізація;
- рідше зустрічаються механічні процеси, в основному, це завантаження і розвантаження сировини і матеріалів, розфасування готової продукції тощо.

На деяких промислових підприємства (наприклад, на підприємствах мінеральних добрив, основної хімії) найчастіше зустрічаються неперервні процеси, разом з тим на підприємствах, що випускають пластмаси, хімічні волокна, калійні добрива, частіше зустрічаються дискретні процеси.

Більшість хімічних процесів мають ймовірний характер, що обумовлює специфічні вимоги до створюваних для них систем управління. Деякі процеси

чутливі до різних внутрішніх і зовнішніх збуджень: для їхнього нормального проведення необхідним є висококваліфікований персонал. Число параметрів, що характеризують технологічні процеси на хімічних підприємствах, коливаються від десятків до сотень, а на крупних установках іноді наближаються до тисячі. Різняться технологічні процеси і по тривалості перетворення (від кількох секунд до кількох днів).

Для багатьох хіміко-технологічних процесів суттєвою ознакою є їх, пожеже- і вибухонебезпечність: деякі з них пов'язані з токсичністю і шкідливим впливом на оточуюче середовище і здоров'я людини.

Не всі вимоги АСУ ТП, що виходять з указаних особливостей, можуть бути в рівній мірі реалізовані при створенні системи. Однак їх необхідно враховувати, так як саме вони визначають специфіку системи, характер завдань, що вирішуються і значимість АСУ ТП на підприємствах хімії і нафтохімії.

Висновок

Підприємства хімічної промисловості різняться за характером продукції, що випускається, характеру технологічних процесів, об'єму виробництва, організаційній структурі тощо.

У загальному випадку для виробництва продукції, крім відповідних ТП, необхідним є наявність інших процесів, таких, наприклад, як організація та управління ходом виробництва, його забезпечення необхідними матеріальними, енергетичними, трудовими ресурсами, транспортуванням продукції, проведення ремонту обладнання. Усе це об'єднано в поняття виробничі процеси підприємства.

ЛЕКЦІЯ 2. КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

План

Вступ

1. Управління.
2. Класифікація ТОУ.
3. Класифікація систем управління.
4. Вибір параметрів управління.
5. Класифікація і характерні особливості АСУ ТП.

Висновки

Література

1. Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.
2. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 185 с.

3. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.

4. Е.П. Стефани. Основы построения АСУ ТП / Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 352 с.

5. Интегрированные системы управления технологическими процессами (+ CD-ROM): В. Г. Харазов – Санкт-Петербург, Профессия, 2009 г. – 592 с.

Вступ

Управління виробництвом – це інформаційний процес, що забезпечує протікання фізичного або інформаційного процесу і досягнення ним певних цілей.

Системний підхід дозволяє загальну задачу управління підприємством розглядати як сукупність окремих більш простих задач, які легше реалізувати, залишаючи людину основним, а в ряді випадків визначальним елементом системи.

2.1 Управління

Керований технологічний процес разом з устаткуванням, у якому він здійснюється, називається *технологічним об'єктом управління* (ТОУ).

До ТОУ відносяться як окремі технологічні агрегати і установки, які реалізують локальний технологічний процес, так і цілі виробництва (цехи, ділянки) промислового підприємства. Існують супер-ТОУ (наприклад, установка ЛК-6У на нафтопереробному заводі), що включають сотні технологічних апаратів.

ТОУ повинен задовольняти таким вимогам:

1. устаткування ТОУ має бути повністю механізоване, безвідмовно працювати у встановлений міжремонтний період;

2. бажано, щоб реалізований процес був безперервним;

3. технологічна схема ТОУ повинна бути складена таким чином, щоб він був керованим, тобто:

– розбитий на певні зони з можливістю впливу на технологічний режим у кожній з них зміною матеріальних або енергетичних потоків;

– можливість впливу на характеристики устаткування;

– забезпечення доступу людини до місць установки датчиків, органів регулювання;

– число впливів, які збурюють, знаходяться в основні апаратної схеми: технологічний режим, який обумовлює кількість і якість цільових продуктів, що випускаються, повинен бути зведеним до мінімуму. Останнє досягається установкою проміжних апаратів-ресиверів, ємностей з мішалками, теплообмінників, котрі зменшують амплітуду і частоту зміни таких параметрів як тиск, склад, температуру.

Складність управління ТОУ полягає в тому, що вони постійно зазнають впливів, що збурюють, порушуючи технологічний режим.

Збурювання умовно можна розбити на два види:

зовнішні – проникаючі в ТОУ ззовні при зміні усіх вхідних і деяких вихідних параметрів, а також параметрів навколишнього середовища (зміна тиску пари, що гріє, порушує теплообмін у нагрівачі, а значить і температуру продукту на його виході; зміна витрати кубового залишку вплине на рівень у ректифікаційній колоні);

внутрішні – виникаючі в самому ТОУ при зміні характеристик технологічного обладнання (зміна активності каталізатора, відключення окремих апаратів, корозія внутрішніх поверхонь апаратів).

2.2 Класифікація ТОУ

З погляду автоматизації й управління ТОУ можна розділити по:

- типу технологічного процесу;
- характеру процесу;
- складності процесу;
- характеру параметрів, які беруть участь в управлінні.

По типу процесів, що протікають у ТОУ, розрізняють наступні класи ТОУ:

- *гідромеханічні* (здійснюється переміщення рідини або газу, перемішування, поділ неоднорідних середовищ);
- *теплові* (здійснюється нагрівання, охолодження, випарювання, кристалізація);
- *масообміні* (процеси ректифікації, абсорбції, адсорбції, сушіння, екстракції);
- *механічні* (проводиться дрібнювання, дозування, переміщення твердих матеріалів);
- *хімічні* (здійснюються окиснення, відновлення, синтез, нейтралізацію і т.д.).

Технологічні процеси одного типу можуть відрізнятися апаратурним оформленням, властивостями речовин, що переробляються, однак усі вони протікають по відповідних законах і характеризуються аналогічними залежностями між параметрами. Це дає можливість розробити типові рішення по їхній автоматизації.

По характеру технологічного процесу ТОУ діляться на:

- з безперервним характером виробництва;
- з періодичним (дискретним).

У першому випадку технологічний режим після пуску ТОУ встановлюється незмінним на тривалі строки (тижні, місяці), у другому – тривалість технологічних операцій незначна (хвилини, години). Автоматизація періодичних процесів суттєво ускладнена необхідністю перебудови роботи апаратів,

що полягає в зміні технологічних режимів, а також маршрутів матеріальних і енергетичних потоків.

Ступінь складності ТООУ характеризується інформаційною ємністю об'єкта, тобто числом технологічних параметрів, що брали участь в управлінні.

По характеру параметрів управління ТООУ діляться на об'єкти із зосередженими й розподіленими параметрами. У першому випадку параметр має одне числове значення в різних точках у даний момент часу, у другому – значення параметра неоднакові в різних точках.

Система управління – сукупність технічних засобів, що використовуються для управління, і персонал, який приймає особисту участь, утворюють разом з об'єктом систему управління.

Перша функція системи управління – одержання інформації про стан об'єкта управління. Її виконує частина системи управління, яка називається *системою контролю*. Основними компонентами її є вимірювальні прилади і вимірювальні перетворювачі.

Оперативний персонал за допомогою комплексу автоматичних пристроїв одержує інформацію про стан ТООУ і впливає на вхідні потоки, таким чином, щоб досягалася мета функціонування ТООУ.

Автоматичні засоби контролю забезпечують швидкі і точні виміри параметрів (тиск, витрата, температура). У їхньому складі можуть бути самописні прилади, що дозволяють спостерігати динаміку зміни технологічних параметрів.

Пристрої сигналізації призначені для автоматичного оповіщення персоналу про відхилення параметрів за припустимі межі шляхом подачі світлових і звукових сигналів. Як правило, звуковий сигнал служить лише для оповіщення оператора про факт появи події, а світловий точно вказує на його місце й характер. Розрізняють наступні види сигналізації:

- попереджувальну;
- аварійну;
- сигналізацію положення (пристрій регулювання).

Попереджувальна сповіщає оператора про відхилення параметрів за межі, обумовлені нормальним технологічним режимом.

Аварійна служить для оповіщення персоналу про неприпустимі значення параметрів, відключенні апаратів технологічної схеми і т.д.

Пристрій регулювання призначений для підтримки поточного значення параметра рівним заданому.

Пристрій захисту призначений для запобігання аварій, пожеж, вибухів, виходу з ладу обладнання. При спрацьовуванні аварійної сигналізації пристрої захисту впливають на процес (відкриваючи або закриваючи технологічні магістралі, включаючи або відключаючи електродвигуни механізмів) таким чином, щоб ліквідувати критичний стан об'єкта управління з найменшими втратами.

Пристрої програмно-логічного управління слугують для виконання операцій пуску, зупинення процесу, перекладу уставок періодичної дії з однієї робочої операції на іншу.

2.3 Класифікація систем управління

Системи управління можуть класифікуватися по різних ознаках. Основними з них є:

- мета управління;
- спосіб управління;
- ступінь участі людини в управлінні;
- місце розташування технічних засобів збору і обробки інформації;
- ступінь централізації управління.

1. По меті управління системи управління діляться на стабілізуючі й оптимізуючі.

Стабілізуючі – підтримують критерій управління на постійному, заздалегідь заданому значенні.

Оптимізуючі – на екстремальному для виробничої ситуації, що створилася.

Критерій управління – показник, який характеризує функціонування ТОУ в цілому. В якості критерію управління можуть виступати вихідні параметри процесу (витрати, якість), собівартість цільової продукції, прибуток.

Система стабілізації доцільна тільки при автоматизації стаціонарних об'єктів, у які збурювання проникають рідко і вони незначні. Для складних нестаціонарних ТОУ слід застосовувати системи оптимізації.

3. По способу управління системи управління діляться на:

- замкнені;
- розімкнуті;
- комбіновані.

У замкненій системі управління впливи формуються залежно від відхилення поточного значення критерію управління від заданого. Такі системи не перешкоджають проникненню в технологічний об'єкт управління збурювань, а тільки реагують на їхні наслідки.

Розімкнуті системи управління формують управляючі впливи залежно від збурювань (при цьому значення критерію управління не використовуються). Перевагою таких систем є те, що впливи, які збурюють, ліквідуються до надходження в ТОУ. Однак ліквідувати всі збурювання практично неможливо.

Комбіновані системи управління поєднують властивості замкнених і розімкнутих систем.

4. По ступеню участі людини в управлінні системи автоматичного управління (САУ) діляться на:

системи автоматичного управління – без залучення до управління технологічного персоналу;

автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) – людино-машинні системи.

5. По ступеню централізації управління САУ діляться на: *централізовані і децентралізовані (розподілені).* У свою чергу децентралізовані системи бувають *однорівневі й багаторівневі.*

6. *Пункти управління ТОВ – це місце, де зосереджені засоби візуалізації інформації й органи управління об'єктами.* Розрізняють місцеві, операторські й диспетчерські пункти управління.

Місцеві призначені для управління окремими механізмами, технологічними агрегатами, розташовуються поруч із ними і обслуговуються апаратами. Щити місцевих пунктів обладнають засобами контролю, управління й сигналізації.

Операторські пункти призначені для управління технологічними процесами (установками). Оснащуються всіма видами технічних засобів автоматизації, засобами зв'язку, управляючими обчислювальними машинами. Крім інформації про процес в операторський пункт надходять різні завдання й рекомендації від вищих пунктів управління.

Диспетчерський пункт служить для управління більшої, чим технологічна установка, виробничою одиницею (цех, завод, комбінат). Диспетчерський пункт обладнують щитами із мнемосхемами, що контролюються приладами (для основних параметрів), засобами зв'язку з іншими пунктами управління і інформаційно-обчислювальним центром підприємства.

2.4 Вибір параметрів управління

Вибір регульованих величин і каналів внесення впливу регулювання

З багатьох параметрів, що характеризують процес необхідно вибрати ті, які підлягають регулюванню і зміною яких доцільно вносити впливи регулювання. Звичайно їх число не перевищує 1/4 частини всіх параметрів, які беруть участь в управлінні. Виконати таке завдання можна лише за результатами аналізу цільового призначення процесу і його взаємозв'язків з іншими процесами виробництва.

Виходячи з результатів аналізу, вибирають критерій управління, його задане значення і параметри, зміною яких найбільш доцільно на нього впливати. Останнє досягається на основі статичних і динамічних характеристик процесу, що дають уяву про взаємозалежність параметрів. Наприклад, залежність виходу цільового продукту від температури і тиску. Канал регулювання вибирають так, щоб регулюючий вплив супроводжувався максимальною і швидкою зміною регульованої величини, тобто щоб коефіцієнт підсилення об'єкта по каналу регулювання був максимальний.

Після вибору критерію управління і каналів впливу на нього, приступають до аналізу ТОВ з огляду на можливі збурювання та шляхи їх ліквідації. При цьому особливу увагу звертають на стабілізацію вхідних параметрів, тому що з їхньою зміною в об'єкт надходять найбільш сильні збурювання. Як

правило, усі збурювання не вдається ліквідувати до надходження в об'єкт. Особливо важко передбачити і усунути внутрішні збурювання. Оскільки всі збурювання не можуть бути ліквідовані, вони приводять до зміни режимних параметрів, а потім і критерію управління. З'являється *необхідність регулювання режимних параметрів*, а це призводить до створення комбінованої системи управління, здійснюючи регулювання критерію управління, режимних і вхідних параметрів.

Вибір контрольованих величин

Контролю підлягають параметри, за значеннями яких здійснюється оперативне управління технологічним процесом. Такими параметрами є всі режимні і вихідні параметри, а також вхідні параметри, при зміні яких в об'єкт будуть надходити збурювання. Обов'язковому контролю підлягають параметри, значення яких регламентуються технологічною картою.

Вибір величин сигналізації. До вибору приступають після аналізу ТОУ у відношенні його вибухо- і пожежонебезпеки, токсичності й агресивності речовин, що переробляються, можливих аварій і нещасних випадків.

Передаварійній (а при необхідності попереджувальній) сигналізації підлягають параметри, граничні значення яких можуть призвести до:

- вибуху і пожежі;
- нещасним випадкам;
- аварій;
- виходу з ладу обладнання;
- істотному порушенню технологічного режиму;
- випуску некондиційної продукції і браку.

Сигналізації підлягає:

- *факт зміни кількісних і якісних характеристик цільової продукції;*
- *не передбачена технологічним регламентом зупинка окремих агрегатів.*

Вибір параметрів і способів захисту

Оперативний персонал при його оповіщенні пристроями сигналізації про небажані події повинен ужити відповідних заходів по їхній ліквідації. Якщо ці заходи виявляться неефективними і параметр досягає аварійного значення, повинні спрацювати системи протиаварійного захисту (ПАЗ), які автоматично по заданій програмі перерозподіляють матеріальні або енергетичні потоки, включають і відключають апарати об'єкта з метою запобігання вибуху, аварії, нещасного випадку і т.д.

Повернення ТОУ в робочий стан після спрацювання ПАЗ здійснюється технологічним персоналом.

Комплекс реалізованих способів захисту розробляють, виходячи з особливостей ТОУ, аналізу аварійних ситуацій і категорії вибухонебезпечності ТОУ. У випадку відключення живлення система ПАЗ повинна забезпечити переведення ТОУ в безпечний стан.

2.5 Характерні особливості й класифікація АСУ ТП

АСУ ТП – це людино-машинні системи управління, що забезпечують автоматизований збір і обробку інформації про стан і функціонування управління технологічним об'єктом, здійснюючи на основі цієї інформації оптимізацію протікання процесів управління технологічним об'єктом відповідно до прийнятого критерію.

АСУ ТП є окремим випадком систем управління зі зворотними зв'язками, які характеризуються наявністю самостійних функцій та цілей управління, а також необхідної для реалізації цих функцій і цілей спеціальною системною організацією.

Характерні особливості АСУ ТП:

– наявність сучасних автоматичних засобів (обчислювальної техніки) збору і обробки інформації;

– людина виступає в ролі суб'єкта праці, основні функції якого полягають у прийнятті управляючих рішень на основі отриманої інформації про об'єкт управління та даних про можливі альтернативні варіанти управляючих рішень;

– здійснення обробки технічної та техніко-економічної інформації;

– вироблення управляючих впливів проводиться в реальному масштабі часу;

– як компонент системи управління промисловим підприємством АСУ ТП призначена для цілеспрямованого проведення технологічних процесів і забезпечення більш високих рівнів управління оперативною й достовірною інформацією техніко-економічного характеру;

– можливість мати багаторівневу ієрархічну структуру, забезпечувати управління автоматизованими технологічними комплексами, технологічними об'єктами, допоміжними процесами (транспортування, складування й т.п.), що входять до процесу виробництва;

– одержання від відповідних підсистем АСУП або служб управління підприємством завдань і обмежень щодо номенклатури запланованих до випуску виробів, обсягів виробництва, техніко-економічних показників та забезпечення підготовки й передачі цим підсистемам або службам управління необхідних для їхньої роботи даних про стан і функціонування автоматизованих технологічних комплексів.

При наявності на підприємстві автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва повинна бути налагоджена взаємодія АСУ ТП із цією системою. АСУ ТП повинна одержувати від автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва технологічну та іншу необхідну їй інформацію, передавати автоматизованій системі технологічної підготовки виробництва оперативні дані для коректування її рішень на наступних часових інтервалах.

Цілі функціонування АСУ ТП у кожному конкретному випадку можуть бути різними, наприклад:

– економія палива, сировини, енергії та інших видів виробничих ресурсів;

- забезпечення безпеки функціонування;
- підвищення якості кінцевого продукту;
- зниження витрат живої праці;
- досягнення оптимальних завантажень устаткування;
- оптимізацію режимів роботи управлінням технологічним об'єктом

тощо.

У серійному, дрібносерійному та одиничному виробництві АСУ ТП створюються на основі групової технології, що передбачає концентрацію виготовлення технологічно однорідної продукції в спеціалізованих підрозділах виробництва. АСУ ТП орієнтовані на замкнений цикл виготовлення виробів усередині кожного технологічного процесу. Це розширює можливості комплексної автоматизації виробничих процесів і дозволяє досягати суттєво більш коротких виробничих циклів.

Якщо з якихось причин комплексна автоматизація всіх технологічних процесів виробництва виявляється неможливою, АСУ ТП створюється як елемент деякого виробничого підрозділу (лінії, ділянки, цеху), що має більш низький рівень автоматизації, але єдину систему управління. Тим самим забезпечується замкнений цикл виробництва та підготовляється можливість об'єднання окремих АСУ ТП ліній, ділянок, цехів у єдину автоматизовану систему, керовану ЕОМ.

Однією з головних ознак класифікації АСУ ТП є їхній поділ по типових завданнях управління, які характеризують їхні призначення:

1. АСУ ТП, що забезпечують стабілізацію (підтримку) заданого раціонального або оптимального технологічного режиму, тобто таких технологічних параметрів, на які впливають діючі збурювання. Наприклад, до них можна віднести системи стабілізації швидкості різання при торцевій обробці деталей більших діаметрів на металорізальних верстатах, системи стабілізації швидкості шліфування при зменшенні діаметра шліфувального кола й ін.

2. АСУ ТП, що відпрацьовують з установленою точністю задане або, які безупинно задається, раціональну (оптимальну) зміну технологічного процесу. Такі програмні системи або системи управління, що стежить, застосовуються в роботах-маніпуляторах, верстатах з ЧПУ, ліфтових підйомниках та ін.

3. АСУ ТП, котрі самостійно (автоматично) вибирають найкращий за якою-небудь ознакою технологічний режим і, які забезпечують його підтримку, або автоматично вибирають найкращу траєкторію переміщення робочого органу для забезпечення відпрацьовування з установленою точністю. До таких систем оптимального управління відносяться АСУ ТП агрегатів оптимального розкрою матеріалу системи дотаційної перебудови, що розраховують і реалізують оптимальну програму обтиснень металу в окремих клітках стану безперервної прокатки і т.д.

Наступною ознакою класифікації АСУ ТП є характер виробничого процесу – безперервний і дискретний.

До виробництва з *безперервним циклом* відносяться, наприклад, видобуток нафти і газу, їх транспортування по трубопровідних системах, крекінг-процеси, виробництво теплової та електричної енергії тощо.

Досить широкий клас промислових виробів з технологічними процесами *дискретного типу*. Відмінність в обсягах випуску промислової продукції (від декількох мільйонів до декількох одиниць виробів) призводить до загальноприйнятого поділу технологічних процесів дискретного виробництва на процеси виготовлення *масової й крупносерійної продукції* (МКС-виробництва) і процеси виготовлення *дрібносерійної та одиначної продукції* (група МДО-виробництв). У кожній із цих груп традиційно склалися різні підходи до організації виробництва із широкою номенклатурою виробів, що випускаються, контролю і забезпеченню планованого рівня якості готової продукції та автоматизації виробництва.

У МКС-виробництвах є сприятливі умови для створення й використання спеціалізованих автоматів і автоматичних ліній. Значні витрати на проектування й упровадження засобів автоматизації в цій групі виробництв швидко окупаються. Випуск виробів установленої номенклатури здійснюється, як правило, на декількох технологічних лініях з фіксованим маршрутом і твердою технологією поопераційної обробки сировини і напівфабрикатів. Перелік видів продукції, що випускається, для МКС-виробництв відносно постійний. Освоєння кожного нового виробу супроводжується запуском нової технологічної лінії. Контроль і забезпечення якості продукції в МКС-виробництві пов'язані із застосуванням статистичних методів вибіркового контролю і аналізу станів процесів і виробів. За рівнем технологічної і технічної підготовки в МКС-виробництвах складаються сприятливі умови для проведення робіт з комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів.

Інша картина має місце в МДО-виробництвах, характерних для 80% машинобудівних і приладобудівних підприємств промисловості. Випуск продукції в цій групі виробництв зорганізується при суперечливих вимогах до спеціалізації обладнання, його максимальному завантаженню. Організаційно-технологічні труднощі виконання цих вимог при номенклатурі виробів, що швидко змінюються, були донедавна головними причинами слабкого поширення в МДО-виробництвах методів календарного планування й оперативно-диспетчерського управління.

Характерною ознакою сучасних АСУ ТП є висока продуктивність переробки інформації при практично необмеженому обсязі пам'яті. Ця особливість базується на застосовуванні в системах швидкодіючих засобів обчислювальної техніки: контролерах, які програмуються, мікропроцесорах, управляючих обчислювальних машинах. Висока інформаційна продуктивність обчислювальної техніки забезпечує реалізацію зазначеного призначення АСУ ТП.

Застосування швидкодіючої обчислювальної техніки забезпечує *другу характерну ознаку АСУ ТП – їх високу гнучкість*, що дозволяє суттєво підвищити гнучкість технологічного об'єкта управління при переході на нову технологію. Перебудова зводиться до «очищення» пам'яті управляючої ма-

шини та введення програм з новими даними. Навіть для досить складних технологічних комплексів час переналагодження не виходить за межі декількох десятків секунд. Доповнюючи, а надалі замінюючи людину, АСУ певною мірою копіює його функціональну структуру.

Висновки

Класифікація автоматизованих систем здійснюється по ряду ознак. У залежності від задачі, що має бути вирішена, можна вибрати різні ознаки кваліфікації. При цьому одна й та ж автоматизована система може характеризуватися однією або кількома ознаками. В якості ознак класифікації автоматизованих систем використовуються такі:

- напрям діяльності;
- область і специфіка застосування;
- територія;
- організація інформаційних процесів;
- призначення;
- структура тощо.

ЛЕКЦІЯ 3. СУЧАСНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

План

Вступ

1. Структура АСУ ТП (загальні відомості).
2. Структура сучасної АСУ ТП.
3. Функціональні підсистеми в складі АСУ хімічним підприємством.

Література

1. Про Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. – М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.
2. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 185 с.
3. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.
4. Е.П. Стефани. Основы построения АСУ ТП / Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 352 с.

Вступ

Сучасні інформаційні технології і технології управління визначають два основні завдання:

- 1) підвищення ефективності виробництва за рахунок поліпшення процесу збору, обробки інформації і її використання для цілей управління;
- 2) забезпечення простоти рішення попередньої задачі, тобто реалізація дружнього людино-машинного інтерфейсу (ЛМІ).

3.1 Структура АСУ ТП (загальні відомості)

Технічна реалізація АСУ ТП – це централізація і децентралізація багаторівневих (ієрархічних) структур багатопроцесорних управляючих обчислювальних комплексів.

Ієрархічні структури являють собою комбінацію двох структурних систем управління. Перша пов'язана із просторовою (горизонтальною) декомпозицією, що використовує особливості слабких зв'язків між окремими підсистемами. Друга – з багатоступінчастою (вертикальною) декомпозицією завдань різного характеру, які розв'язуються за допомогою АСУ ТП.

На *першому, нижньому*, рівні забезпечується завдання стабілізації параметрів після кожної операції, що допускає контроль продукту, який переробляється.

На *другому рівні* вирішується завдання узгодження значень управляючих впливів для кожної операції з метою забезпечення необхідного значення параметра кінцевого продукту. Це завдання може вирішуватися як завдання оптимального управління, наприклад, виходячи з умов оптимальної витрати ресурсу.

На *третьому рівні* системи управління визначаються необхідні значення параметрів кінцевого продукту й перерозподілу матеріальних потоків з метою випуску відповідної його кількості з різними необхідними параметрами (глобальна координація).

Рішення завдань на кожному рівні здійснюється за допомогою моделей, що відповідають різним рівням опису технологічного процесу. Залежно від виду завдань, які вирішуються при автоматизації технологічного процесу, система управління може містити різне число рівнів. Крім того, для різних технологічних процесів характерною є різна взаємодія завдань управління параметрами продукту й інтенсивністю матеріальних потоків, що також знаходить своє відображення в структурі систем управління. Рішення завдань на кожному рівні здійснюється з різним ритмом, що відповідає різним темпам зміни параметрів моделі технологічного процесу на різних рівнях опису. На більш низьких рівнях ці зміни характеризуються більш високою частотою, що вимагає внесення більш частих впливів коригування.

Рівень завершеності АСУ ТП залежить від досконалості елементів її структури й характеризується ступенем «самостійності» у виробленні й реалізації управляючих впливів при веденні технологічного процесу. Складність елементів внутрішньої структури АСУ ТП перебуває в тісному зв'язку з хара-

ктером технологічного процесу. Якщо цей процес припустимо розглядати детермінованим ¹, то його модель буде простішою.

У тих випадках, коли хід технологічного процесу не вдається звести до детермінованого, тобто можливі деякі відхилення випадкового характеру (зміна якості матеріалу, його фізичних властивостей, характеристик робочого органа й т.п.) внутрішня структура АСУ ТП суттєво ускладнюється. У таких системах апріорна інформація містить формулювання мети управління і математичну модель процесу, яка дозволяє визначити найкращий шлях досягнення цієї мети. Чим більше число випадкових факторів підлягає обліку, тим складнішою буде математична модель процесу й елементи внутрішньої структури АСУ ТП, а це зумовлює подорожчання системи, ускладненню експлуатації, істотному зниженню надійності.

Раціональний шлях створення працездатних АСУ ТП підвищеної надійності полягає в удосконалюванні не тільки окремих елементів системи, але й технологічного процесу, удосконалювання якого повинне бути спрямоване на підвищення детермінованості останнього, у результаті чого виключається або зводиться до мінімуму вплив випадкових факторів.

Тільки одночасне вдосконалювання системи управління і технологічного процесу може привести до створення надійно функціонуючих автоматизованих керованих комплексів.

У зовнішній структурі АСУ ТП можуть бути виділені системи різних рівнів або підсистеми АСУ ТП, які виділяються по функціональній або структурній ознаці, що відповідає цілям завдання. Якщо функції системи обмежено одним механізмом, то вона називається *локальною* (система безвідхідного порізу металу, що управляє рухливим упором ножиців обтискного прокатного стану).

Об'єднання локальних АСУ ТП у вузлові може бути здійснене по територіальній або функціональній ознаці. У цьому випадку встановлюється загальний ситуаційний зв'язок розташованих на одному агрегаті робочих органів або механізмів. Комплексними АСУ ТП є, наприклад, системи управління печами, автоматизовані верстатні лінії, комплекс агрегатів і механізмів обтискного прокатного стану тонколистової гарячої прокатки.

Ієрархія АСУ ТП визначає порядок підпорядкування взаємозалежних підсистем загальної системи, яка в межах галузі промисловості ґрунтується на виробленні певної стратегії, що реалізується за оптимальними законами з урахуванням можливостей конкретних підприємств, цехів, технологічних комплексів, механізмів. Сутність *ієрархічного принципу* полягає в тому, що кожний з рівнів виробляє завдання – установку, обов'язкову для підпорядкованого йому рівня.

В останні роки при розробці АСУ ТП технологічних ліній і комплексів ранги ієрархії скоротилися у зв'язку із застосуванням прямого цифрового управління, яке здійснюється централізовано за допомогою загального обчис-

¹ Детермінація – визначення, детермінувати – визначати.

лювального управляючого комплексу. Відбувається заміна структурної ієрархії алгоритмічною. Тут ієрархічну структуру отримує алгоритм роботи управляючої обчислювальної машини.

Таким чином, АСУ ТП являє собою комплекс засобів технічного, інформаційного, математичного і програмного забезпечення для управління технологічними об'єктами, який забезпечує оптимальний при заданій структурі і технічних засобах рівень автоматизації збору й переробки інформації для формування управляючих сигналів і передачі їх без збитків й викривлення на виконавські механізми з метою досягнення ефективної роботи технологічного об'єкта управління в цілому.

3.2 Структура сучасної АСУ ТП

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічними процесами, яка має 2 або 3 рівні, виконуючи наступні функції:

- збір інформації;
- підтримка технологічних параметрів на заданих значеннях;
- контроль за технологічними параметрами, для яких не виконуються функції регулювання;
- сигналізація;
- блокування управлінь, які є результатом помилкових дій технологічного персоналу;
- протиаварійний захист (ПАЗ) при виникненні аварійних ситуацій.

Спрощено структуру АСУ ТП можна представити в наступному вигляді (рис. 5).

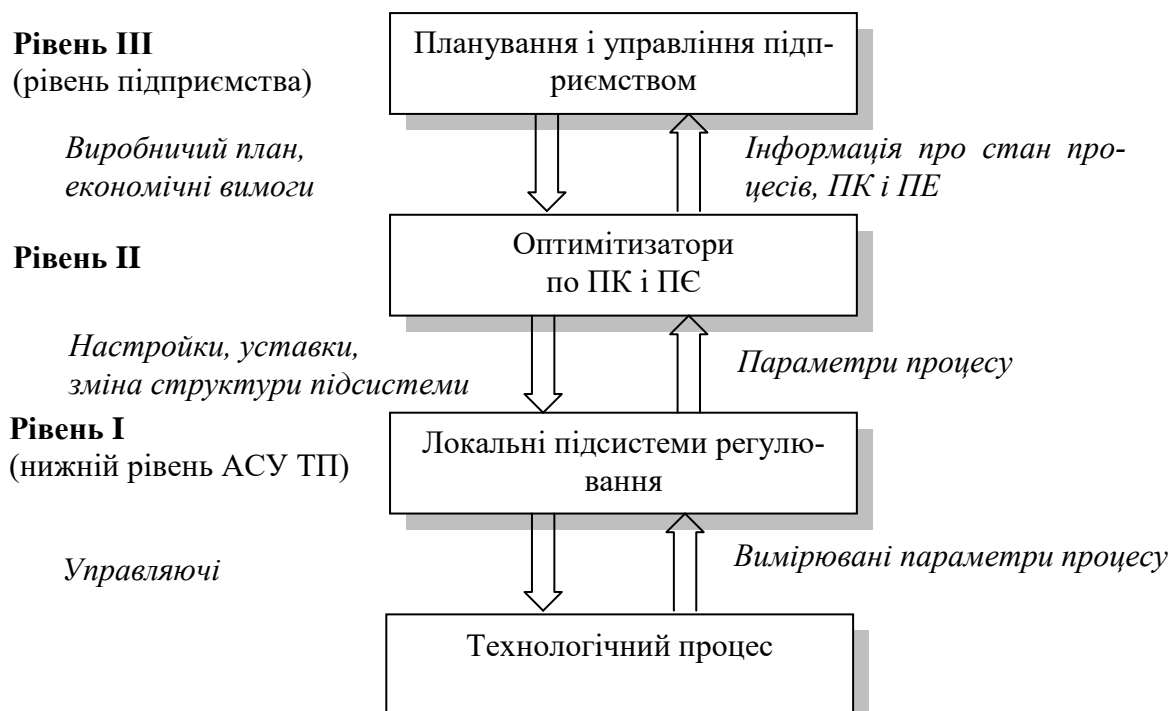


Рисунок 5 – Структура інформаційних потоків АСУ ТП

Перший (нижній) рівень АСУ ТП є рівнем датчиків, виконавчих механізмів і контролерів, які встановлюються безпосередньо на технологічних об'єктах. Їхня діяльність полягає в отриманні параметрів процесу, перетворенні їх у відповідний вигляд для подальшої передачі на вищий ступінь (функції датчиків), а також у прийомі управляючих сигналів і у виконанні відповідних дій (функції виконавчих механізмів).

Задачами рівня є:

- збір інформації про вимірювані технологічні параметри процесу;
- вироблення управляючих дій на технологічний процес з метою підтримки технологічних параметрів на заданих значеннях або зміни їх по певних законах;
- сигналізація про вихід їх за задані межі;
- блокування помилкових дій персоналу і управляючих пристроїв;
- протиаварійний захист (ПАЗ) процесу за фактом аварійних подій.

Підсистеми цього рівня підтримують параметри технологічного процесу на заданих значеннях і можуть бути реалізовані з використанням «традиційних» методів регулювання динамічними об'єктами.

Другий (середній) рівень – рівень виробничої ділянки (цеху). Його функції:

- збір інформації, що поступає з нижнього рівня, її обробка і зберігання;
- вироблення управляючих сигналів на основі аналізу інформації;
- передача інформації про виробничу ділянку на вищий рівень;
- обчислення параметрів, що не вимірюються, зокрема, показників якості (ПЯ) продукції, техніко-економічних показників;
- зведення матеріальних балансів;
- архівування інформації;
- генерація звітів;
- діагностика і захист від збоїв в елементах підсистем нижнього рівня;
- визначення настройок управляючих пристроїв (УП) і уставок локальних регуляторів підсистем I рівня;
- зміна структури локальних підсистем (переконфігурація, включення/виключення, перехід у ручне управління і т.д.).

На даному рівні проводиться оптимізація технологічних процесів за технологічними показниками.

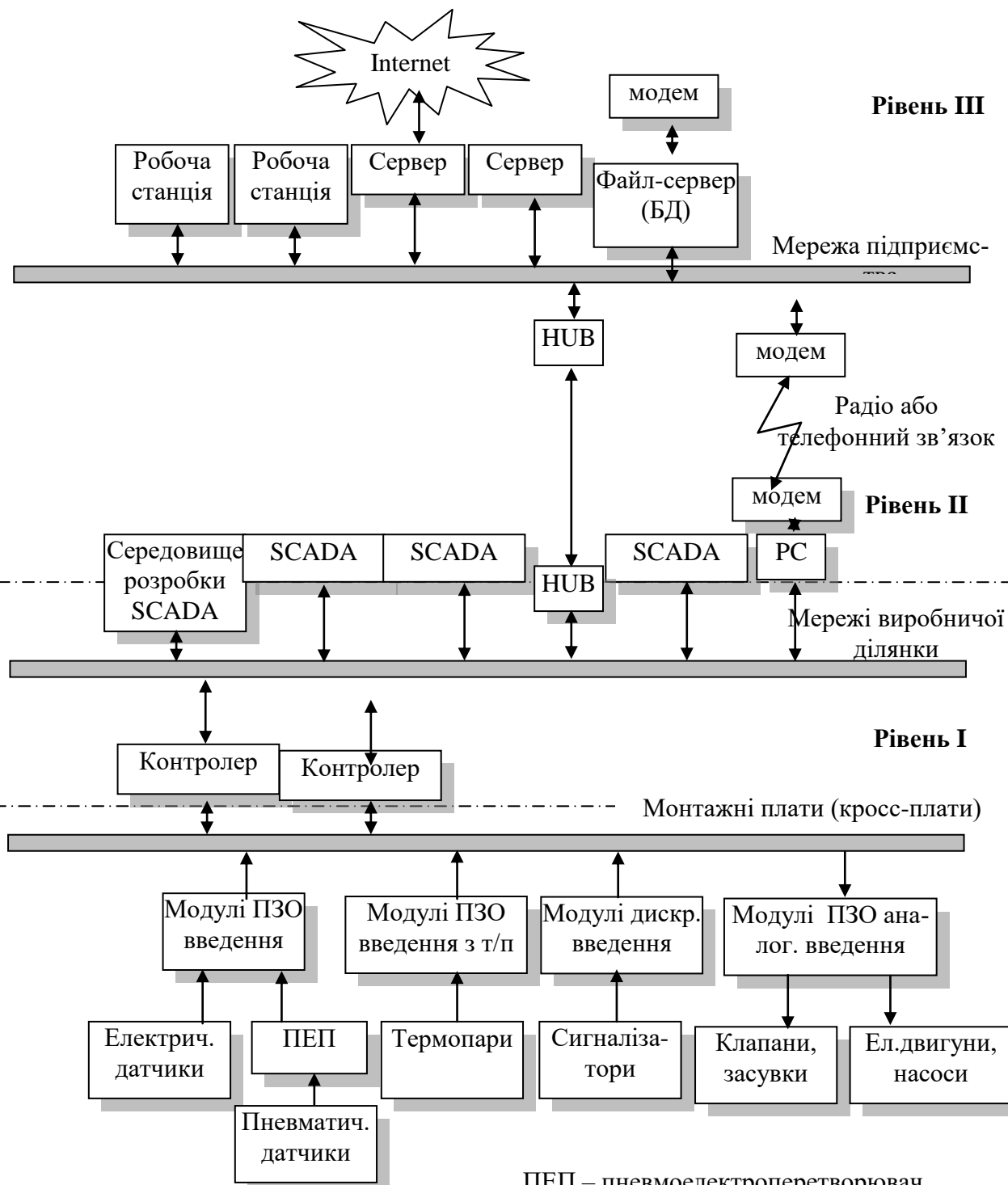
Третій (верхній) рівень у системі автоматизації займає т.з. рівень управління і відноситься до системи управління підприємством (АСУП). На цьому рівні здійснюється контроль за виробництвом продукції, оптимізація за техніко-економічними і економічними показниками. Цей процес включає збір даних, що поступають з виробничих ділянок, їх накопичення, обробку й видачу управляючих директив нижнім ступеням.

Завдання управління даного рівня:

- оптимізація економічних показників виробництва;

- управління економічними і техніко-економічними показниками;
- зведення матеріальних балансів;
- архівування інформації;
- складання виробничих планів і т.д.

Слід зазначити, що деякі завдання другого і третього рівнів перекриваються та в ряді випадків ці два рівні об'єднуються в один.



ПЕП – пневмоелектроперетворювач
 ПЗО – пристрій зв'язку з об'єктом

Рисунок 6 – Розгорнена структура сучасної АСУ ТП

Атрибутом цього рівня є центр управління виробництвом, який може складатися з трьох взаємно проникаючих частин:

- 1) операторської частини;
- 2) системи підготовки звітів;
- 3) системи аналізу тенденцій.

Операторська частина відповідає за зв'язок між оператором і процесом на рівні управління. Вона видає інформацію про процес і дозволяє в разі потреби втручання в хід автоматичного управління. Забезпечує діалог між системою та операторами.

Система підготовки звітів виводить на екрани, принтери, в архіви і т.д. інформацію про технологічні параметри з вказівкою точного часу вимірювання, видає дані про матеріальний і енергетичний баланс і ін.

Система аналізу тенденцій дає операторові можливість спостерігати за технологічними параметрами і робити відповідні висновки.

На верхньому рівні АСУ ТП розміщені потужні комп'ютери, які виконують функції серверів баз даних і робочих станцій, забезпечуючи аналіз і зберігання всієї інформації, що поступила, за будь-який заданий інтервал часу, а також візуалізацію інформації і взаємодію з оператором. Основою програмного забезпечення верхнього рівня є пакети SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – системи управління і доступу до даних).

Структура сучасної АСУ ТП у розгорненому вигляді представлена (рис. 6).

3.3 Функціональні підсистеми в складі АСУ хімічним підприємством

На різних підприємствах до складу АСУ зазвичай входить різне число підсистем, часто з різними функціями й можливостями. Розглянемо рекомендований підхід до їхньої класифікації, а також загальні характеристики окремих груп і підсистем.

Функціональна підсистема – частина автоматизованої системи, якій поставлена у відповідність одна або декілька цілей (підцілей) системи управління. У цьому випадку функціональна підсистема складається з *управляючої частини* й *об'єкта управління* (рис. 7).

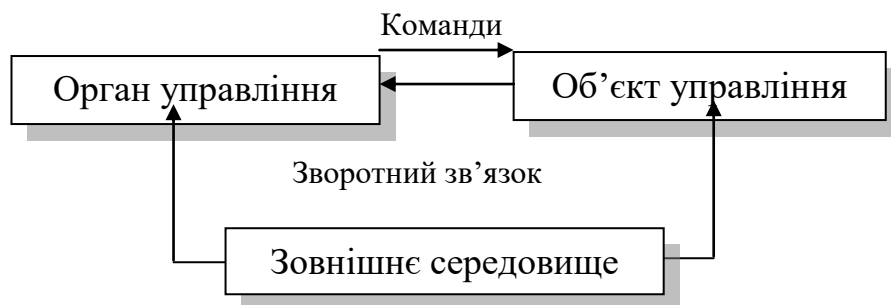


Рисунок 7 – Загальне представлення функціональної частини АС

Система може бути розділена на елементи не відразу, а послідовним поділом на підсистеми, які є компонентами більш крупних, ніж елементи, і в той самий час більш детальними, ніж система в цілому. Назвою «підсистема» підкреслюється, що така частина повинна мати властивості системи (наприклад, властивості цілісності).

Загальні положення, класифікація

Можливими є різні підходи до класифікації підсистем. Один з підходів базується на поділі підсистем по функціях і фазам управління. Доцільно різноманіття існуючих на підприємствах хімії підсистем підрозділити на три групи з урахуванням:

- функціонального призначення;
- характеру завдань, що вирішуються;
- алгоритмічного й програмного забезпечення.

До *першої групи* відносяться підсистеми управління (ПСУ), які обслуговують основне виробництво, тобто такі, що забезпечують його сировиною, матеріалами, кадрами, фінансами тощо.

До *другої групи* – підсистеми, що тісно пов'язані з характером основного виробництва, складом і виробничою структурою підприємства, які вирішують завдання планування і управління основної виробничої діяльності.

Третю групу виділені підсистеми, які зв'язують воєдино різні сторони діяльності підприємства по відповідних фазам управління.

По *масштабах упровадження* все різноманіття підсистем доцільно ділити на дві групи:

- до групи А – відносяться підсистеми, що найбільш часто зустрічаються і які є необхідними для АСУ ТП усіх хімічних підприємств;
- до групи Б – спеціальні, що рідко зустрічаються і які створюються лише на окремих підприємствах (мають певні особливості).

Усі підсистеми відображають різні сторони діяльності або стадії управління промисловим підприємством таким або іншим способом зв'язані між собою, що обумовлює необхідність тісної інтеграції в рамках АСУП. Відповідно, при створенні АСУП виникає необхідність в організації багатьох підсистем, які охоплюють різні задачі й сторони діяльності підприємства, і мають різноманітні зв'язки між ними.

Виділяють *прямі зв'язки*, за допомогою яких здійснюються різні планові завдання, заявки і розпорядження, котрі по суті є *управляючими впливами*.

Зворотні зв'язки визначають своєрідну реакцію підсистеми на ті чи інші впливи (надання обліково-звітних даних, різних відомостей і повідомлень).

Крім того, окремі *підсистеми зв'язані між собою по збуреннях і по обмеженнях*.

Група 1. До даної підсистеми відносяться ті функціональні підсистеми управління, основним призначенням яких є забезпечення промислового підп-

приємства всім необхідним для його нормального функціонування. Об'єктом управління в кожній із цих підсистем є та чи інша сфера діяльності підприємства, наприклад, матеріально-технічне постачання, збут готової продукції, забезпечення підприємства необхідними кадрами і фінансами. За своїм характером такі підприємства пов'язані з багатьма організаціями різних Міністерств і відомств. Задачі, що вирішуються в цих підсистемах, не потребують складних алгоритмів, відносно прості й однотипні (вибірка з масивів необхідних даних, їх сумування, множення на ті чи інші коефіцієнти, сортування тощо). Це пояснюється тим, що більшість форм звітності й способи їх заповнення задані, розрахунки здійснюються відповідно до інструкцій і норм, оптимальні методи застосовуються рідко.

Для більшості хімічних підприємств ці системи мають багато спільного й відносно мало залежать від особливостей основного виробництва конкретного об'єкта. Відповідно, рішення, що приймаються для цих підсистем, можуть бути відносно легко уніфіковані. З точки зору АСУ ця система не є значною.

Група 2. До цієї групи відносяться підсистеми, які безпосередньо пов'язані з виробничою діяльністю підприємства, торкаються окремих сторін виробничого процесу й визначаються характером основного технологічного обладнання й виробничої структури підприємства.

Прикладом такої структури може слугувати підсистема управління основним виробництвом, яка вирішує задачі поточного й оперативного календарного планування виробництва, а іноді й задачі планування стану основного технологічного обладнання.

Рішення задач, що відносяться до цих підсистем, зазвичай пов'язано із застосуванням достатньо складних математичних моделей, які описують той чи інший хіміко-технологічний комплекс, і потужної обчислювальної техніки. Вибір методів рішення й відповідних алгоритмів мало пов'язаний з обмеженнями, що накладаються особливостями підприємства й кваліфікацією розробників підсистем. Можливості широкої уніфікації обмежені характером основного виробництва підприємства.

Група 3. До цієї групи віднесені ті підсистеми, основним призначенням яких є забезпечення сумісного економічного ефективного функціонування різних сторін діяльності підприємства на відповідних фазах управління. При цьому об'єктом управління є все підприємство, а кожна підсистема забезпечує узгодження функціонування окремих його частин і сфер діяльності відповідно на стадії планування, обліку або аналізу. До цієї групи можуть бути віднесені підсистема техніко-економічного планування, статистичного й бухгалтерського обліку, аналізу виробничо-господарської діяльності підприємства та ін.

Іноді в якості окремої підсистеми виділяють нормативно-довідкового господарство, у цьому випадку її теж відносять до даної групи. Характер задач, що вирішуються в окремих підсистемах даної групи, суттєво різняться й застосування загальних підходів і методів алгоритмізації обмежений. Це пов'язано з тим, що задачі носять довготривалий характер і, відповідно, не

підлягають частим змінам, пов'язаним з особливостями підприємства. У цьому випадку доцільною є уніфікація окремих рішень, а де можливо, і всієї підсистеми в цілому.

Розумне використання уніфікованих рішень, підсистем або цілих систем (це є особливо важливим для АСУП) безпосередньо пов'язане з інтеграцією АСУ. Процес уніфікації всюди, де це можливо, повинен у тій чи іншій мірі торкатися не тільки окремі АСУ, а й різні види забезпечення систем: в одних випадках необхідно приділити увагу уніфікації технічних засобів, в інших – математичним моделям. При інтеграції окремих елементів в єдине ціле їх поєднання завжди здійснюється простіше й скоріше, якщо самі елементи, і їх взаємні зв'язки уніфіковані.

Висновок

Основним призначенням АСУ ТП є автоматична оптимізація технологічних процесів виготовлення продукції на підприємстві. В АСУ ТП забезпечується:

– реалізація законів управління і як наслідок – ефективне проведення технологічного процесу;

– висока якість продукції, тобто випускається максимально можлива кількість готової продукції при забезпеченні необхідної її якості з допустимого завантаження технологічного обладнання;

– в ідеальному випадку витрати повинні бути мінімальними, готова продукції з найменшим полем допусків і мінімумом браку.

Підвищення ефективності АСУ ТП досягається в процесі комплексного проектування, проектування, при якому забезпечується ув'язка функціонування всіх підсистем в інтересах поставленої цілі – автоматизації технологічного процесу.

ЛЕКЦІЯ 4. СТВОРЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ АСУ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

План

Вступ

1. Методичні основи створення інтегрованих АСУ.
2. Стратегія управління.
3. Загальні відомості по інтеграції АСУ.
4. Функціональна інтеграція при створенні інтегрованих АСУ на підприємствах хімічної промисловості.
5. Забезпечення ІАСУ.

Висновки

Література

1. Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.
2. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 185 с.
3. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.
4. Е.П. Стефани. Основы построения АСУ ТП / Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 352 с.
5. Интегрированные системы управления технологическими процессами (+ CD-ROM): В. Г. Харазов – Санкт-Петербург, Профессия, 2009 г. – 592 с.

Вступ

В останні роки намітилася тенденція до інтеграції систем категорій АСУ ТП і АСУП. При цьому комплексна система автоматизації є трирівневою пірамідою управління промисловим підприємством.

Інтеграція АСУП із системами реального часу АСУ ТП забезпечує оперативність і достовірність інформації, на основі якої ухвалюються управлінські рішення на всіх рівнях управлінської вертикалі.

4.1 Методичні основи створення інтегрованих АСУ

Існує два можливих підходи до побудови ІАСУ: від загального до частного і, навпаки, від частного до загального.

У *першому* випадку, коли діяльність спрямована «зверху вниз», спочатку формулюється загальна задача управління всім об'єктом і з єдиних позицій розглядається вся множина завдань, що виникають, а потім здійснюється їх розділення, або декомпозиція на відповідні групи, які утворюють ті чи інші системи, або підсистеми управління. Наступна реалізація цих систем, що здійснюється з урахуванням необхідних взаємозв'язків, приводить до створення інтегрованої АСУ об'єкта.

Існує *другий* підхід до створення інтегрованих систем. На більшості підприємств хімії вже існують окремі автоматизовані системи й підсистем. Їхня належність різним ієрархічним рівням дозволяє автоматизувати лише окремі виробничі дільниці (АСУ ТП, АСУ виробництвом).

Разом з тим, управління підприємством представляє собою єдиний і нерозривний процес, а виробничі підрозділи й функціональні відділи управління певним чином зв'язані. Тому при функціонуванні окремих АСУ виникає необхідність у встановленні тих чи інших зв'язків цих систем між собою, тобто по принципу від частного до загального.

Основні положення системного підходу до управління об'єктами із складною внутрішньою структурою формулюються так:

– об'єкт, який керується, представляється не як єдине ціле, а як деяка складна структура, що складається з окремих взаємопов'язаних частин, сис-

тем або підсистем, і вміщує значну кількість перемінних, тобто характеризується великою розмірністю;

- при розробці великих систем ураховується вплив зовнішнього середовища, поведінка об'єктів управління досліджується з урахуванням їх постійного зв'язку із сусідніми, зовнішніми по відношенню до них системами;

- сама управляюча система наряду з технічними засобами, що входять до неї, включає також людей, які приймають участь в управлінні.

При розробці складної системи управління доцільним є:

- осмислення і конкретизація задачі управління відповідно до кожного виробничого об'єкта, що розглядається;

- розділення задачі на такі частини (підсистеми, задачі), рішення яких можна реалізувати за допомогою сучасних засобів автоматичного управління і/або відповідного персоналу підприємства;

- здійснення розробки виділених частин (підсистем, задач) з урахуванням необхідних обмежень і діючих збурень;

- забезпечення узгодженості вироблених рішень у рамках загальної задачі управління підприємством.

Указані етапи спрощено показані на рис. 5 є взаємозалежними:

- систему неможна ділити на частини без урахування особливостей рішення локальних задач і можливостей їх наступного узгодження;

- прийняті способи об'єднання отриманих результатів визначають найбільш раціональні методи поділу загальної задачі управління.

Для формалізації успішного рішення загальної задачі необхідна загальна єдина стратегія управління, тобто продумана і добре спланована лінія поведінки управляючого персоналу при будь-яких змінах зовнішнього середовища.

Ступінь її формалізації визначає економічну ефективність управління підприємством.

Проаналізуємо основні питання, що виникають на чотирьох етапах, способи і можливості, які можуть бути використані для їх практичної реалізації.

I. Конкретизація й формалізація загальної задачі управління. Відповідно до умов кожного підприємства ця задача повинна бути вирішена ще на стадії проектування самого промислового об'єкта при наявності відповідних можливостей.

II. Поділ загальної задачі на відповідні частини. Перш за все необхідно вирішити, на які частини ділити, як здійснювати цю процедуру і яким принципами (критеріями) керуватися.

Поділ може здійснюватися:

- по рівням організації виробництва;

- за ступенем складності рішення;

- за певними напрямками розгляду об'єкта (іноді застосовують термін «стратифіцирований підхід»).

В основу такого поділу можуть бути покладені різні критерії, наприклад, мінімум розірваних зв'язків, технологічні або соціальні судження тощо).

Можливим є поділ:

- у просторі;
- у часі;
- по стадіям процесу управління.

При вирішенні цих питань застосовують *методи декомпозиції*, серед яких можуть бути виділені строгі та евристичні.

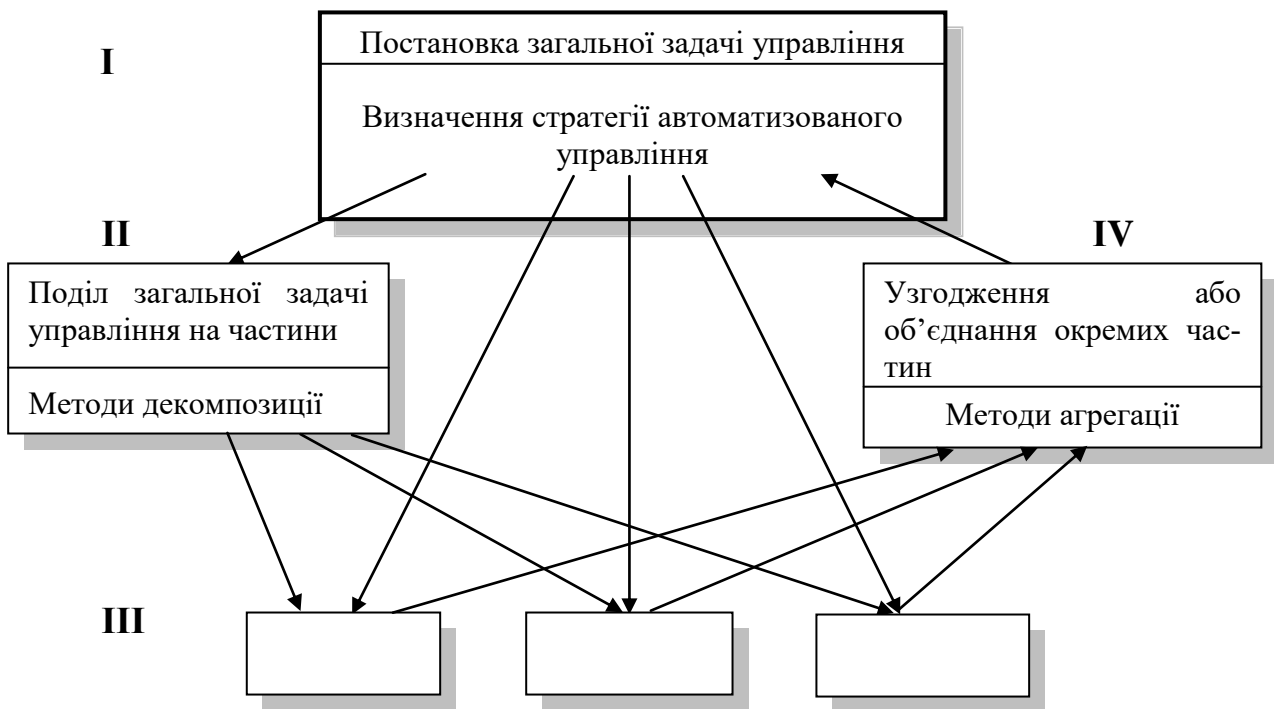


Рисунок 5 – Рішення окремих частин (локальних) задач управління

Декомпозиція (децентралізація) – принцип поділу системи на підсистеми із заданими властивостями.

Процедура строгої декомпозиції спирається на чітко сформульований математичний апарат декомпозиції задач із блочною структурою. Найбільш універсальним є методи, що представляють собою узагальнення відомого алгоритму Данцига-Вульфа, а також різні параметричні методи, які ґрунтуються на уведенні спеціальних перемінних.

Метод декомпозиції Данцига-Вульфа відноситься до задач лінійного програмування, в яких величини, що відшукуються, групуються в блоки, які об'єднані в єдину задачу або додатковими загальними обмеженнями, або додатковими загальними змінними, що входять в усі блоки одночасно.

Методи евристичної декомпозиції дозволяють аналізувати неформально поставлені задачі й дають можливість поділити її на основі інтуїтивних передбачень щодо взаємодії окремих задач. Стосовно управління підприємст-

вом ці методи спираються на досвід і знання людей, які задіяні в управлінні виробництвом.

На сьогодні найчастіше використовуються три основні напрямки декомпозиції:

- по функціях;
- у часі;
- по стадіям управління.

Для промислового підприємства *функціональна декомпозиція* ґрунтується на виділенні певних сфер його діяльності, тобто таких груп задач, як управління основним виробництвом, постачання, збут, тощо.

Декомпозиція в часі базується на розділі задач за ступенем їх оперативності, починаючи від перспективного планування і закінчуючи задачами оперативного управління.

Декомпозиція по стадіям управління зазвичай розуміється як виділення задач по основних, вказаних раніше етапах (фазах):

- планування;
- управління;
- облік;
- аналіз.

Застосування тих чи інших методів декомпозиції суттєво полегшує реалізацію другого етапу рішення загальної задачі управління.

III. *Рішення локальних задач управління.* У кожному конкретному випадку рішення задач, отриманих у результаті проведеної декомпозиції, залежить від багатьох факторів (призначення і характер цих задач, ступінь їх складності, відповідальність тощо). При цьому можуть бути запроваджені як способи традиційного управління, що здійснюються людиною, так і сучасні методи і алгоритми рішення, які використовуються при автоматизованому, а в окремих випадках і автоматичному управлінні.

IV. *Інтеграція окремих задач управління.* Зіставлення результатів, отриманих при рішенні окремих задач, є необхідним тому, що вони не повинні суперечити один одному, задачам управління вищого рівня системи, загальній задачі управління підприємством.

Складніше вирішити, як слід здійснювати це узгодження і які принципи повинні бути прийняті за основу цього об'єднання.

Процес об'єднання або інтеграції повинен здійснюватися як би в протилежному по відношенню до декомпозиції напрямку, тобто «знизу вгору», від частної до загальної задачі управління. При цьому варто використовувати відомі методи агрегації, сутність яких полягає у відновленні загального цілого з окремих складових його частин.

Агрегація – це один з методів синтезу складних систем, тобто процесу побудови системи, яка має задані властивості, шляхом об'єднання окремих підсистем з відомими характеристиками. Агрегація може розглядатися як протилежність декомпозиції.

У процесі агрегації необхідно:

– відповідним способом спростити окремі вихідні елементи (задачі або підсистеми для можливості їх об'єднання в більш великі частини (з причин того, що просте перенесення «нагору» всього того, що є «внизу» просто не можливо – бо знову повернемося до проблеми рішення загальної задачі управління);

– визначити за яким критерієм об'єднувати або встановлювати, погоджуючи зв'язки;

– забезпечити умови, при яких спільний вплив на об'єкт у результаті рішення окремих задач відповідали б цілям загальної задачі управління.

Як і у випадку декомпозиції існують методи точної агрегації, хоч область їхнього використання в умовах промислового підприємства ще більш обмежена.

4.2 Стратегія управління

При відсутності визначеної стратегії управління застосування самих сучасних методів при автоматизованому управлінні підприємством не принесе бажаних результатів.

Розглянемо приклад, який покаже, що в залежності від прийнятої стратегії змінюється і сам підхід до рішення відносно простої, частної задачі управління у дворівневій системі (рис. 6).

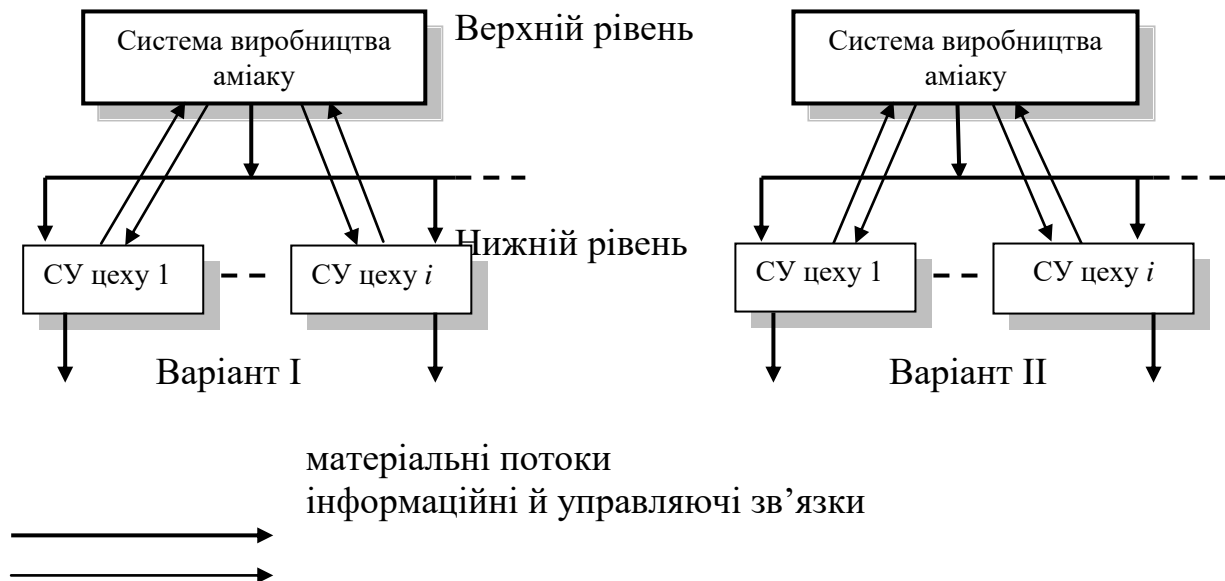


Рисунок 6 – Варіанти стратегії управління

Варіант 1. Система управління верхнього рівня, керуючись тим, що навантаження по азотній кислоті повинно бути максимальним, визначає і задає системам управління нижнього рівня (цехи) конкретні значення навантажень по аміаку x_i . Для цього система управління верхнього рівня повинна мати математичні моделі для нижнього рівня. Локальні системи управління нижнього рівня, отримавши у виді завдання відповідні навантаження x_i , вирішу-

ють задачу як краще виконати це завдання, використовуючи внутрішні можливості (наприклад, установлення температури або тиску). При цьому в загальному випадку для кожного цеху при одному й тому самому навантаженні x_i можуть існувати різні залежності навантажувальних характеристик. Отримані оптимальні характеристики (можливості цеху) передаються в систему управління верхнього рівня, яка на їх підставі здійснює оптимальний розподіл і видає кожному цеху відповідні значення x_i .

Варіант 2. Цехи можуть потребувати сировину за потребою. Але їм недостатньо отримати просто максимум вихідної продукції, бо є необхідність урахувати значення деякої величини λ , яка є однаковою для всіх цехів комплексу й установлюється системою управління верхнього рівня. При цьому рішення системи управління верхнього рівня відповідає лише умові рівності продуктивності і споживання при визначеному λ , яке вводиться в критерій оптимальної діяльності цехів нижнього рівня.

Отже, у залежності від прийнятої стратегії управління будуть змінюватися окремі рішення з області функціонального й алгоритмічного забезпечення і, відповідно, інші характеристики, показники створюваної для даного комплексу інтегрованої АСУ.

4.3 Загальні відомості по інтеграції АСУ

Інтегровані АСУ – це складна система, яка охоплює всі основні сторони діяльності об'єкта, що управляються, підпорядковує їх єдиній цілі, будується на основі єдиних принципів і єдиного методичного підходу.

Відмітною рисою таких систем є внутрішня інтегрованість їхніх окремих частин, що мають певний ступінь автономності.

Інтегрована АСУ підприємством – це система, котра включає управління як організаційно-економічною, так і оперативно-виробничою діяльністю підприємства.

Говорячи про взаємозв'язки окремих АСУ в умовах багаторівневих систем управління, вживають поняття горизонтальної і вертикальної інтеграції.

При *горизонтальній інтеграції* розглядаються АСУ одного рівня управління, наприклад, окремі підсистеми в складі АСУП або кілька взаємозв'язаних по умовам виробництва АСУ ТП, об'єднаних в єдине ціле. Установлені в цьому випадку зв'язки носять інформаційний характер, а самі АСУ знаходяться на різних рівнях управління і являються однорідними.

При *вертикальній інтеграції* в основному розглядаються зв'язки управління, а самі АСУ знаходяться на різних рівнях управління і є супідрядними. Прикладом може бути кілька АСУ ТП, охоплених одним рівнем вище АСУ виробництвом, у результаті чого утворюється дворівнева система оперативного управління (у цьому випадку говорять про однорідність систем). Сюди слід віднести з'єднання оперативно-виробничих АСУ з будь-яким рівнем вище по ієрархії систем організаційно-економічного характеру, наприклад, з підсистемами АСУП (ці системи будуть різномірними).

Основні напрями інтеграції. Умови узгодження моделей, методів або алгоритмів рішення задач по окремих АСУ суттєво відмінні від умов узгодження технічних засобів, або створення єдиного інформаційного забезпечення. Тому в процесі ув'язування або об'єднання існуючих на підприємстві АСУ необхідно розрізняти такі напрями інтеграції:

- функціональний;
- математичний;
- програмний;
- інформаційний;
- технічний;
- організаційний.

Функціональна інтеграція є основним фундаментальним напрямком у створенні інтегрованих АСУ і у багато в чому визначає інші напрями інтеграції. Функціональна інтеграція ґрунтується на системному підході до управління підприємством і припущенням у тому, що при всій його складності саме підприємство, а відповідно й система управління, розглядається як єдине ціле. Значимість функціональної інтеграції полягає в забезпеченні єдності цілей окремих частин загальної системи, узгодження критеріїв, що використовуються, обмеженнями і необхідним взаємозв'язком окремих компонентів системи управління в цілому.

Математична інтеграція – це стадія генерації системи і стадія її нормального функціонування. На першій стадії основним являється створення комплексу взаємопов'язаних моделей функціональних задач з компіляцією відповідних програм і утворенням необхідних інформаційних масивів (або прив'язкою типових рішень конкретної системи), а також визначення необхідної бази даних і системи управління базою даних.

На стадії функціонування системи основою є реалізація взаємозв'язку між функціональними задачами по всьому програмно-алгоритмічному комплексу інтегрованої системи. При цьому управляючі зв'язки визначають процедуру узгодження в часі, яка в загальному випадку може бути перемінною й залежати від отриманих результатів рішення, а інформаційні зв'язки забезпечують узгодження задач по обмеженнях і критеріям. У ряді випадків передбачається використання загальних інформаційних масивів.

Інформаційна інтеграція означає єдиний комплексний підхід до створення, збереження, оновлення і накопичення інформації, що є необхідною для функціонування інтегрованої АСУ на різних рівнях її ієрархії. Забезпечення інформаційної інтеграції означає, що інформація в системі зорганізується вже не за окремими задачами (або підсистемами), а по всій інтегрованій АСУ в цілому. При цьому виникає проблема розробки взаємозв'язаного (іноді розподіленого в просторі) комплексу інформаційних масивів, що безпосередньо приводить до задачі створення розподілених баз даних і тісно пов'язано з питаннями програмної інтеграції.

Особливе місце займають масиви обміну, реалізуючи інформаційні зв'язки між задачами як функціональні, так і спеціальні допоміжні задачі, наприклад, введення/виводу інформації.

Технічна інтеграція означає раціональне об'єднання різних технічних засобів окремих АСУ в єдиний, спільно функціонуючий комплекс технічних засобів інтегрованої системи. При проведенні технічної інтеграції побудова структурних схем, у першу чергу, для ЕОМ, що застосовуються в складі багатомашинних комплексів, повинна бути спрямована на створення єдиної інформаційно-обчислювальної мережі всього промислового комплексу.

Організаційна інтеграція – процес поетапної розробки й реалізації на підприємстві комплексу багаточисельних і різних адміністративних, організаційно-технічних і господарських заходів, які забезпечують упровадження нових елементів автоматизованого управління (окремих компонентів автоматизованих АСУ) у структурах управління промисловим об'єктом, що традиційно склалися.

4.4 Функціональна інтеграція при створенні інтегрованих АСУ на підприємствах хімічної промисловості

Наявність функціональної інтеграції в системі управління складним хіміко-технологічним комплексом – невід'ємна властивість цієї системи незалежно від способів її реалізації. Необхідність функціональної інтеграції найбільш повно проявляється на верхніх рівнях управління. Дійсно, для оператора будь-якого технологічного агрегату, оснащеного відповідною системою управління, питання узгодження і координації роботи складових його частин, як правило, не є визначальними – зазвичай ці операції здійснюються системою управління.

На підприємствах створені сучасні центральні диспетчерські пункти, які оснащені відповідними технічними засобами для збирання, обробки й відображення необхідної оперативної інформації від усіх основних підрозділів підприємства.

Оператор цеху, що складається з кількох сумісно працюючих агрегатів, сам займається питаннями узгодження окремих параметрів і режиму роботи цих агрегатів.

Диспетчери виробництв (і диспетчер підприємства) не можуть обійтись без постійного зіставлення результатів роботи окремих виробничих дільниць або підрозділів, аналізу різних сторін їх діяльності, а також узгодження й координації, необхідних для виконання загального плану виробництва. Це відноситься й до важливих функціональних відділів.

Розглядаючи інтегровані системи, доцільно уявити укрупнену структуру загальної ІАСУ підприємством у цілому.

На рис. 7 показана структура в найбільш повному її виді стосовно великого підприємства або виробничого об'єднання. Перша функціональна частина – це система, яка має один рівень АСОЕУ, і складається з ряду функціона-

льних підсистем управління з єдиним організаційним центром у виді ІОЦ підприємства. Пріоритет у створенні окремих підсистем управління завжди встановлюється з урахуванням конкретних особливостей підприємства.

У загальному випадку АСУ можна створити на всіх рівнях управління:

- на нижньому – АСУ ТП і звичайні системи традиційного управління;
- на середньому – АСУ виробництвом;
- на верхньому – ЦАСОДУ, що являється організаційно-технічним центром АСОПУ підприємством.

Визначення конкретної конфігурації системи оперативно-виробничого управління й послідовності створення окремих її елементів також залежить від конкретних особливостей кожного підприємства.

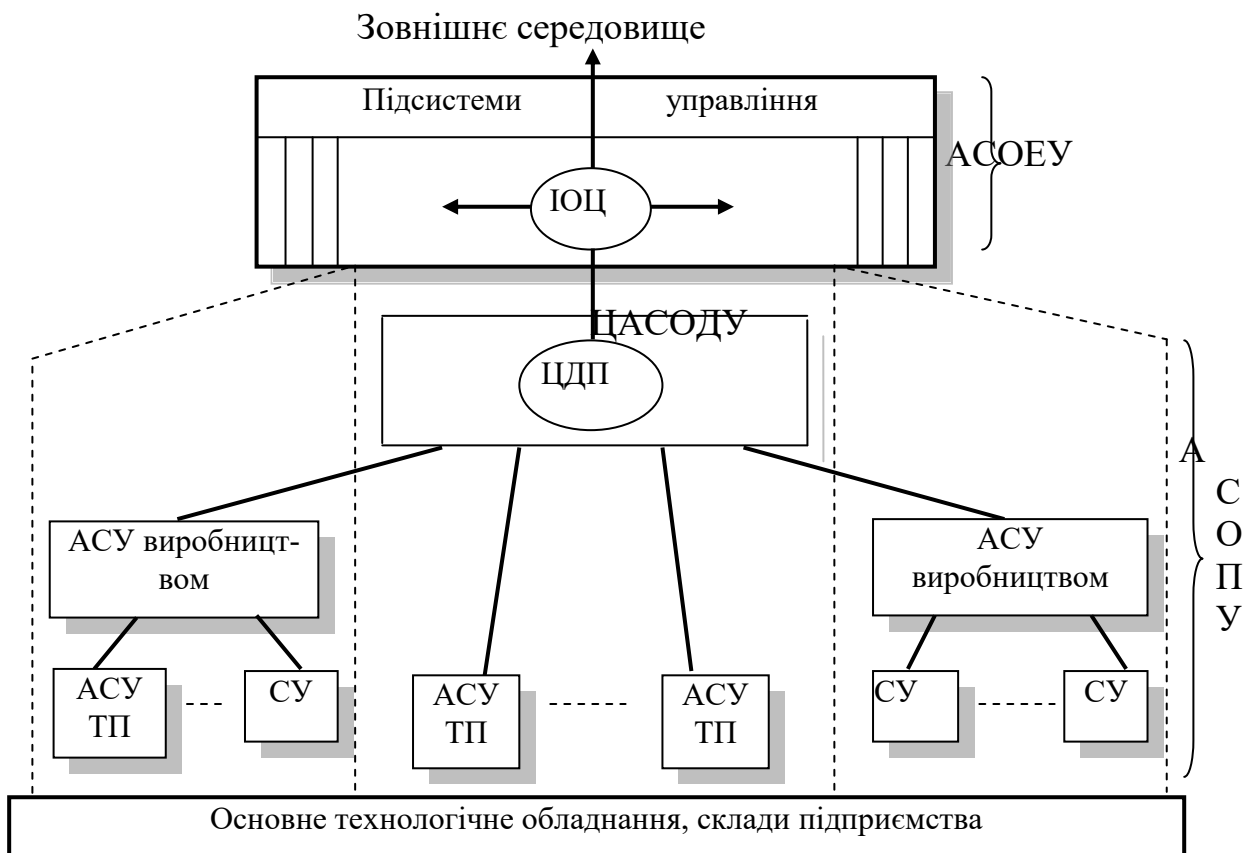


Рисунок 7 – Укрупнена структура інтегрованої АСУ великим промисловим підприємством

АСОЕУ – однорівнева система організаційно-економічного управління.

АСОПУ – багаторівнева ієрархічна система оперативно-виробничого управління.

ЦАСОДУ – організаційно-технічний центр усього АСОПУ підприємством.

4.5 Забезпечення ІАСУ

Технічне забезпечення ІАСУ. Для практичної реалізації основних положень функціональної інтеграції необхідним є наявність певних технічних за-

собів, характеристик і можливості яких в значному ступені визначають об'єми, рівень і якість створюваних інтегрованих систем.

Одним із визначальних факторів є можливості технічного забезпечення окремих систем і встановлення зв'язків між рівнями.

Технічне забезпечення автоматизованих систем оперативного управління нижнього і середнього рівня управління здійснюється за допомогою управляючих обчислювальних комплексів.

Технічне забезпечення автоматизованих систем організаційно-економічного управління здійснюється за допомогою великих обчислювальних машин з єдиною формою представлення даних, що забезпечує їхню програмну сумісність і єдине математичне забезпечення.

Технічне забезпечення зв'язків між рівнями є найважливішою задачею технічної інтеграції.

Математичне й програмне забезпечення інтегрованих АСУ це:

- робота в реальному часі;
- у темпі з технологічним або виробничим процесом;
- наявність автоматичної системи збору і передачі інформації;
- відсутність громіздкого документообігу, властивого АСУП;
- значна складність задач алгоритмічного і програмного забезпечення, наявність ряду операцій централізованого контролю й обробки інформації;
- певна локальність і стабільність задачі управління об'єктом (зазвичай математична модель функціонує тривалий час).

Для математичного й програмного забезпечення організаційно-економічного управління функціональних підсистем характерним є :

- практично вся інформація, котра необхідна для рішення задач, отримується з документів, що поступають від різних функціональних підрозділів підприємства, при цьому часто спостерігається дублювання, перетинання, а іноді й неузгодженість даних;
- багаточисельні користувачі системи самостійно звертаються за необхідною інформацією, яка вміщує загальні для багатьох користувачів дані;
- більшість задач вирішується в календарні проміжки часу;
- значна кількість інформації носить умовно-постійний характер (у тому числі всі нормативно-довідкові дані);
- при значній кількості інформації, що обробляється, і відносно нескладним алгоритмам.

Програмне забезпечення міжсистемних зв'язків вимагає спеціального мережевого програмного забезпечення з єдиною ідеологією управління як процесами, так і потоками даних у всій обчислювальній мережі.

Висновки

Процес інтеграції АСУ хімічних виробництв у рамках промислового підприємства неможливо розглядати без знання особливостей самого підприємства як об'єкта управління, його виробничої та організаційної структури.

Суттєвими є конкретні особливості підприємств, характеристика основних технологічних і виробничих процесів.

Комплексна автоматизація управління не повинна розумітися як суцільна автоматизація управління на всіх виробничих дільницях і в усіх сферах діяльності підприємства. Важливим є системний підхід до питання управління підприємством у цілому.

ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ І РЕЖИМИ РОБОТИ АСУ ТП

ЛЕКЦІЯ 5. ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ І РЕЖИМИ РОБОТИ АСУ ТП

План

Вступ

1. Основні функції систем АСУ ТП.
2. Пристрої зв'язку з об'єктом (ПЗО).
3. Режими роботи АСУ ТП.
4. Схеми управління в АСУ ТП.

Висновки

Література

1. Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.
2. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 185 с.
3. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.
4. Е.П. Стефани. Основы построения АСУ ТП / Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 352 с.
5. Интегрированные системы управления технологическими процессами (+ CD-ROM): В. Г. Харазов – Санкт-Петербург, Профессия, 2009 г. – 592 с.

Вступ

Функції АСУ ТП слід відрізняти від функцій, що виконуються всім комплексом технічних засобів системи або його окремими пристроями. Вони можуть бути управляючими, інформаційними та допоміжними.

Важливим є визначення числа функцій, які виконують АСУ ТП.

5.1 Основні функції систем АСУ ТП

Під *функцією системи* зазвичай розуміють деяку сукупність дій, спрямованих на досягнення тієї чи іншої цілі управління, а це у свою чергу визначається особливостями і вимогами об'єкта.

Усе різноманіття функцій, що виконуються АСУ ТП, прийнято ділити на:

- управляючі;
- інформаційні;
- допоміжні.

Управляючі функції АСУ ТП – це вироблення і реалізація управляючих впливів на управління технологічним об'єктом. Управляючі функції реалізуються процедурами блоку формування управляючих впливів, у якому відпо-

відно до закладених алгоритмів і інструкцій формуються управляючі рішення та відповідні впливи на управління технологічним об'єктом і блоком завдання з метою максимізації або мінімізації критерію оптимальності. Сформовані управляючі впливи реалізуються на управління технологічним об'єктом виконавчими органами.

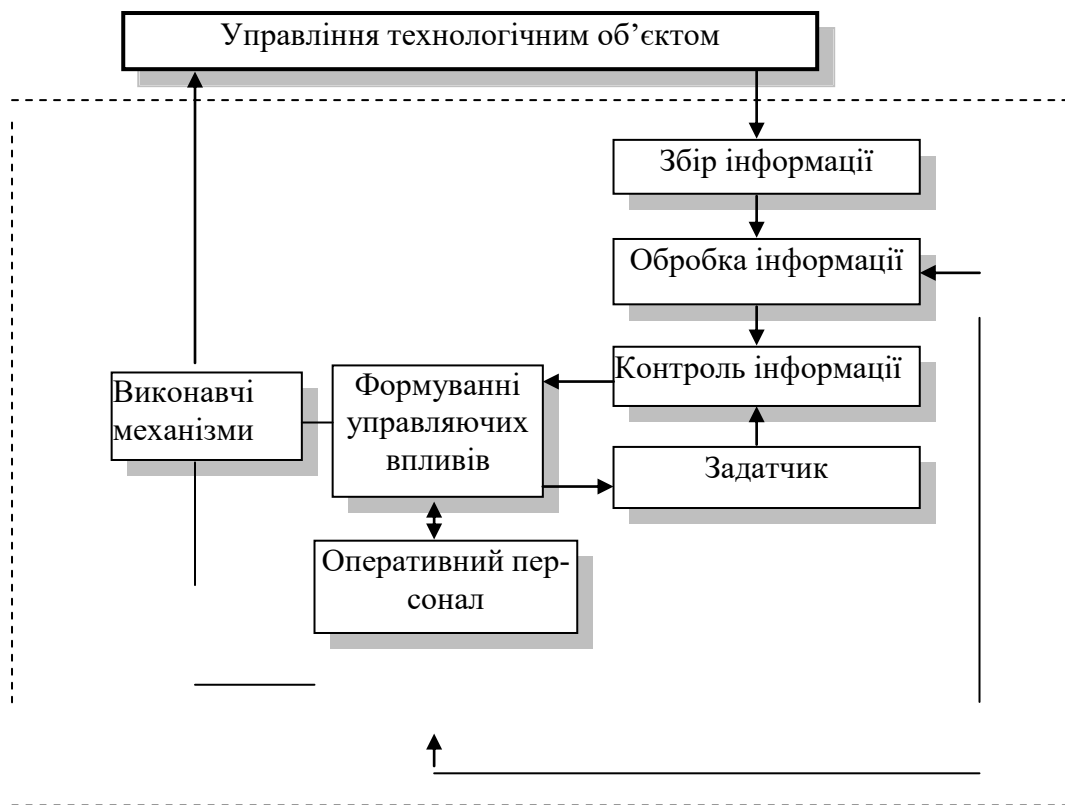


Рисунок 8 – Узагальнена функціональна структура АСУ ТП

Інформаційні функції АСУ ТП – це функції системи по збору, обробці й наданню інформації про стан управління технологічним об'єктом операторові або на наступну обробку в блок формування управляючих впливів.

У процесі обробки інформації виконуються операції підсумовування, згладжування, обчислення непрямих показників, які не можуть бути визначені безпосередньо при контролі, зіставлення поточних значень параметрів технологічного процесу із заданими. Одночасно можуть здійснюватися підготовка і передача інформації в суміжні системи управління, узагальнення результатів і прогноз стану управління технологічним об'єктом і технологічного обладнання. Відмінною рисою управляючих та інформаційних функцій АСУ ТП є їхня спрямованість на конкретного споживача.

Допоміжні функції забезпечують рішення внутрісистемних завдань. На відміну від управляючих і інформаційних функцій АСУ ТП вони призначені для забезпечення власне функціонування автоматизованої системи управління.

До допоміжних функцій АСУ ТП відносять самоконтроль окремих вузлів або всієї системи в цілому.

Найбільш розповсюдженими сьогодні є АСУ з *інформаційними функціями* для забезпечення користувача необхідною інформацією про стан і характеристики об'єкта, що управляється. У цьому випадку головними задачами:

- збір інформації з окремих точок технологічного об'єкта;
- централізована обробка інформації за алгоритмами системи.

Під *централізованою обробкою інформації* розуміють порівняння значень окремих параметрів з *прийнятими уставками*, сигналізацію, а іноді реєстрацію відхилень параметра від норми, вимірювання і (або) реєстрацію по виклику оператора окремих параметрів процесу, обчислення, а при необхідності і реєстрацію ряду комплексних показників, включаючи техніко-економічні, які характеризують хід і ефективність функціонування об'єкта.

Сьогодні важливою вимогою до АСУ ТП є вирішення ситуаційних задач, які забезпечують оператору можливість отримання автоматично або за викликом нової картини виробничої ситуації на тій чи іншій ділянці процесу (наприклад, сигналізація передаварійних чи аварійних ситуацій), що є важливим при виникненні будь-яких порушень режиму.

Значно менше застосовуються *управляючі функції*, до яких відносяться визначення і реалізація на об'єкті управляючих впливів, що виробляються системою. До таких функцій відносяться:

- зміна режиму за попередньо підготовленими програмами;
- визначення й установлення оптимальних значень окремих параметрів;
- оптимізація процесу в цілому за тими чи іншими критеріями;
- управління пуском і зупинкою агрегатів.

Останнім часом у зв'язку з розвитком робіт по об'єднанню (інтеграції) окремих автоматизованих систем у більшості утворюваних АСУ ТП на правах самостійних з'явилися *функції зв'язку з системами вищого рівня*. При цьому зазначаються як інформаційні (передача необхідної інформації знизу вгору), так і про управляючі функції, передача завдань, уставок, управляючих впливів зверху вниз. Характер цих функцій обумовлений місцем системи, що розглядається, у загальній структурі управління підприємством, тобто вони реалізують різні зв'язки між окремими компонентами внутрішньої структури АСУ ТП (алгоритми, програми, технічні засоби тощо).

5.2 Пристрої зв'язку з об'єктом

Майже всі технологічні параметри, присутні в реальному промисловому об'єкті, мають аналоговий або дискретний вигляд. Існує багато датчиків, які можуть перетворювати вимірювані величини тільки в аналоговий вигляд, а також багато виконавчих механізмів, що мають тільки аналогові вхідні сигнали. З іншого боку, новітні засоби автоматизації, які знаходять усе більше застосування в системах управління, використовують цифрове представлення оброблюваних величин. Для того щоб зв'язати між собою параметри, представлені в аналоговому/дискретному й цифровому вигляді, використовуються *пристрої зв'язку з об'єктами* (ПЗО). Таким чином, ПЗО є невід'ємною части-

ною будь-якої системи управління, зокрема що використовує цифрові пристрої (промислові комп'ютери, обчислювальні мережі і т.д.). Для представлення місця ПЗО в процесі автоматизації виробництва подібні системи можна теоретично зобразити у вигляді схеми (рис.9).

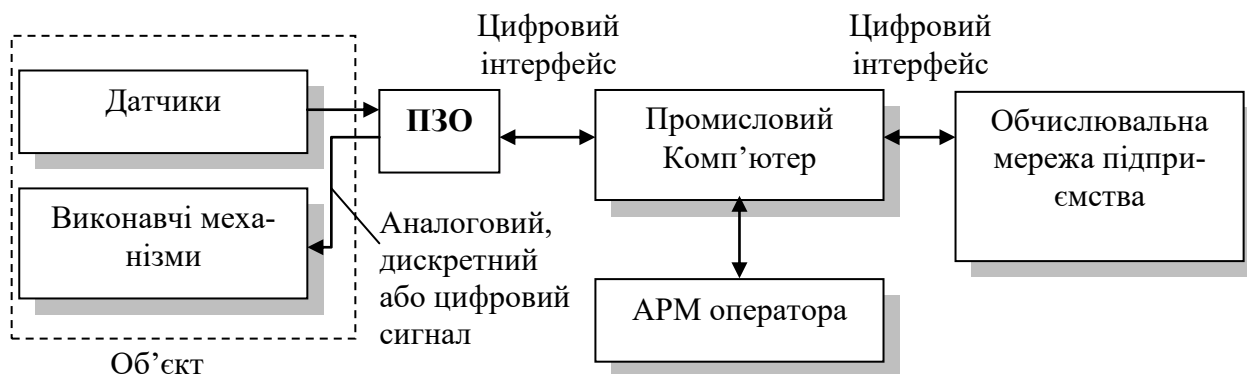


Рисунок 9 – Місце ПЗО в процесі автоматизації виробництва

Датчики, що встановлюються на об'єкті, призначені для первинного перетворення параметрів у вихідний сигнал для передачі в ПЗО. Виконавчі механізми приймають управляючі сигнали, що пройшли через ПЗО, для дії на процес. Зв'язок між датчиками, виконавчими механізмами і ПЗО може бути аналоговим, дискретним або цифровим.

Промисловий комп'ютер у системі відіграє роль управляючого елемента, що приймає цифрову інформацію від ПЗО та 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.

Дана схема є умовною, оскільки в реальних системах модулі ПЗО можуть бути не присутніми у вигляді самостійного пристрою, а входити до складу датчиків або промислових комп'ютерів. Прикладом служать датчики, які здійснюють подвійне (потрійне і т.д.) перетворення вимірюваної величини і що видають на вхід готовий цифровий сигнал. У цьому випадку межа між власне первинним перетворювачем і ПЗО проходить десь усередині нього. З іншого боку, 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.

Надалі в якості ПЗО будемо розглядати модулі, плати та інші пристрої, призначені для прийому аналогових і дискретних сигналів від об'єкта (незалежно від того, скільки разів вони були перетворені всередині нього), перетворення його в цифровий вигляд для передачі в комп'ютер (контролер), а також для прийому цифрових керуючих даних від РС і перетворення їх у вигляд, що відповідає виконавчим механізмам об'єкта.

Модулі ПЗО – це конструктивно закінчені пристрої, виконані у вигляді модулів, що встановлюються, як правило, у спеціалізовані плати, що мають

клемні з'єднувачі для підведення зовнішніх кіл (такі плати називають монтажними панелями), або на стандартну несучу 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.

На ПЗО покладають наступні функції:

– нормалізація аналогового сигналу - приведення меж шкали первинного безперервного сигналу до одного зі стандартних діапазонів вхідного сигналу аналого-цифрового перетворювача вимірювального каналу. Найбільш поширені діапазони напруги від 0 до 5 В, від - 5 до 5 В, від 0 до 10 В і струмові: від 0 до 5 мА, від 0 до 20 мА, від 4 до 20 мА, від 1 до 5 мА.

– попередня низькочастотна фільтрація аналогового сигналу – обмеження смуги частот первинного безперервного сигналу з метою зниження впливу на результат вимірювання перешкод різного походження. На промислових об'єктах найбільш поширені перешкоди з частотою мережі змінного струму, а також хаотичні імпульсні перешкоди, викликані впливом на технічні засоби вимірювального каналу перехідних процесів і наведень при комутації виконавчих механізмів підвищеної потужності.

– забезпечення гальванічної ізоляції між джерелами сигналу і каналами системи.

Крім цих функцій, ряд *пристроїв зв'язку з об'єктом може виконувати складніші функції за рахунок наявності в їхньому складі підсистеми аналого-цифрового перетворення і дискретного введення/виводу, мікропроцесора і засобів організації одного з інтерфейсів послідовної передачі даних.*

Простим пристроєм гальванічної розв'язки є *електромагнітне реле*. Реле, як правило, інерційні, мають відносно великі габарити і забезпечують обмежене число перемикань при чималому споживанні енергії. Розвиток електроніки привів до розповсюдження компонентів, що забезпечують оптичну розв'язку між ланцюгами. ПЗО, побудовані з використанням такої розв'язки, є недорогими, високонадійними і швидкодіючими. Крім того, вони характеризуються високою напругою ізоляції і низькою споживаною потужністю.

По характеру оброблюваного сигналу ПЗО можна розділити на аналогові дискретні і цифрові.

Аналогові ПЗО повинні мати велику точність, хорошу лінійність і забезпечувати чималу напругу ізоляції. Крім того, доцільними є робота з різними джерелами вхідних сигналів (струми, напруга, сигнали від терморезисторів, термопар і т.д.), можливості швидкої заміни й низька вартість.

Дискретні ПЗО забезпечують опитування датчиків з релейним виходом, кінцевих вимикачів, контроль наявності в ланцюзі напруги, струму і т.д., а вихідні ПЗО формують сигнали для управління пускачами, двигунами і іншими пристроями. Дискретні ПЗО повинні задовольняти тим же вимогам, що і аналогові. Крім того, вони повинні володіти мінімальним часом перемикання, а вихідні – забезпечувати комутацію якомога вищої напруги й струмів і

вносити при цьому мінімум спотворень, обумовлених перехідними процесами, у комутований ланцюг.

Серед модулів ПЗО існують також пристрої, що працюють тільки з *цифровою формою* інформації. До них відносяться комунікаційні модулі, призначені для забезпечення мережевої взаємодії. Наприклад, повторювачі, які служать для збільшення протяжності лінії зв'язку, перетворювачі інтерфейсів RS-232/RS-485.

По напрямку проходження даних через ПЗО їх можна розділити на 3 типи:

- пристрої введення, що забезпечують передачу сигналу з датчиків в пристрій обробки і виведення сигналів для управління;
- пристрої виводу, призначені для формування сигналів для виконавчих механізмів;
- двонаправлені, тобто такі, що забезпечують введення і виведення сигналів.

Якщо розглядати ПЗО з погляду призначення і конструктивного виконання, то можна виділити наступну класифікаційну структуру.

1. *Пристрої перетворення типу «а/д сигнал ↔ ЦІ»*, тобто перетворюючі аналогові і дискретні сигнали в цифровий вигляд для передачі по цифровому інтерфейсу (ЦІ) і навпаки. У середині цього типу можна виділити класи:

1.1. Модулі аналогового/дискретного введення/виводу, виконані в одному конструктиві (рис. 10, а). Приклад: серія ADAM-4000 фірми Advantech.

1.2. Пристрої типу «а/д ↔ модуль ↔ м.п. ↔ ЦІ» (м.п. – монтажна плата) (рис. 10, б). Приклад: модулі фірм Grayhill, Analog Devices.

1.3. Пристрої типу «а/д ↔ модуль ↔ м.п. ↔ контролер ↔ ЦІ» (рис. 10, в). 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) (див. рис.4, г). 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/виводу 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 установки модулів введення/виводу. На деяких з цих плат установлені 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 датчиками безперервних і дискретних параметрів, а також для видачі керуючих дій на виконавчі механізми.

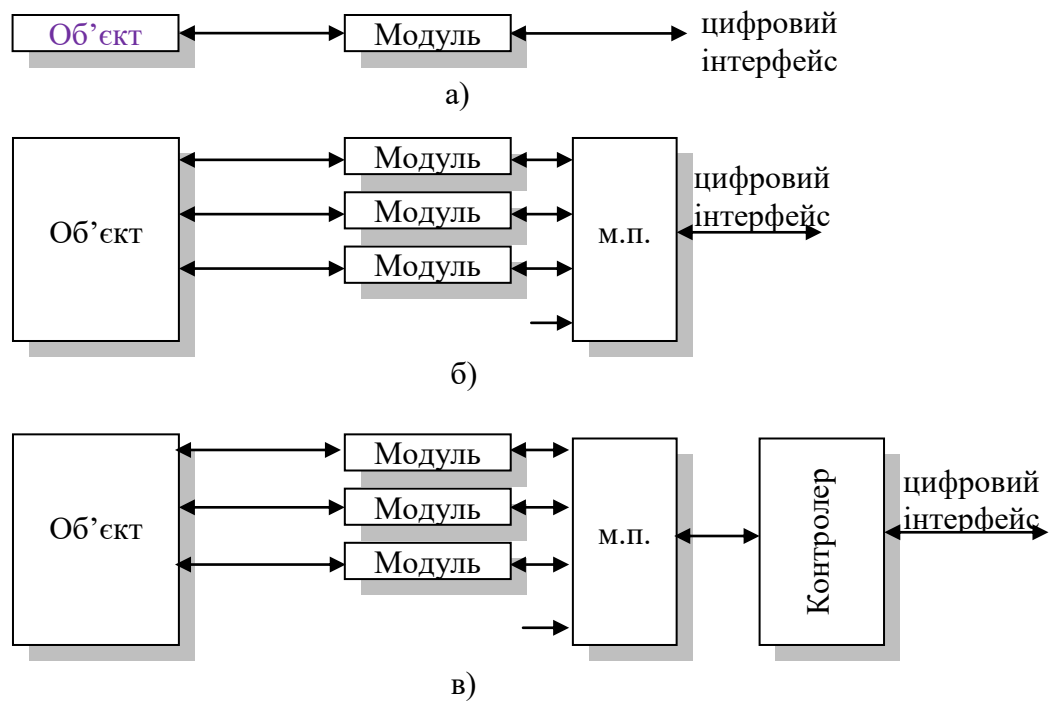


Рисунок 10 – Класифікаційна структура ПЗО

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;
- вивід 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 у задалегідь задані одиниці вимірювання;
- формування і передачу на адресу основної обчислювальної системи інформації, що містить результат вимірювання або стан дискретних входів, після отримання відповідного запиту по цифровому каналу.

Налагодження й калібрування багатьох модулів здійснюється програмним способом шляхом передачі в їх адресу відповідних команд по інформаційній мережі.

Прикладом таких модулів, виконаних у вигляді єдиного окремого пристрою, є модулі серії ADAM-4000, вироблювані фірмою Advantech.

Модулі дозволяють створювати на технологічній ділянці вимірювальну мережу, що заснована на інтерфейсі RS-485 і складається з декількох сегментів.

Взаємодія між основною обчислювальною системою (контролером мережі, КМ) і модулями, об'єднаними в мережу, здійснюється шляхом передачі в адресу кожного модуля запиту, що містить префікс типу команди, символічне представлення мережевої адреси запрошеного модуля, число, відповідне

підтипу команди, і символ повернення каретки. Для програмного забезпечення КМ видача запиту означає видачу рядка символів в послідовний порт. При отриманні команди вбудоване програмне забезпечення модуля проводить перевірку його коректності і ідентифікацію, після чого посилає в адресу КМ запрошену інформацію у вигляді рядка символів.

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. Виходи цих модулів, як правило, частотні. При цьому частота вихідного сигналу лінійно залежить від значення вхідного сигналу і змінюється в визначеному діапазоні (14,4 кГц...72 кГц). Таким чином, щоб отримати значення вхідного сигналу, потрібно виміряти частоту з виходу модуля або через дискретний порт введення/виводу або програмним способом, або використовуючи спеціалізовані монтажні плати, перетворюючи частоту в код. Вартість такої плати нижче, ніж для традиційної плати АЦП, оскільки вона працює з частотним, тобто дискретним сигналом, а, отже, не містить дорогих аналогових кіл.

Додатковою перевагою пристроїв розв'язки даного класу є можливість встановлення на монтажну панель як аналогових, так і дискретних модулів введення/виводу, так як вони сумісні за виводами.

Вхідним сигналом для модулів виводу є керуюче слово в двійковому послідовному коді, яке проходить через опторозв'язку і далі через буфер подається на ЦАП. Функцію посилення цього слова приймає на себе монтажна плата.

До 3-го класу даного типу ПЗО можна віднести мікроконтролери фірми Grayhill (OptoMux-MicroDAC, ProMux, MICRODAC LT, MicroLon, DeviceNet-DACNet і система OpenLine). Дані мікроконтролери використовують ті ж модулі аналогового/дискретного введення/виводу 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 РС для управління і збору даних. Крім того, безпосереднє розташування мікроконтролерів поряд з датчиками і виконавчими механізмами скорочує довжину ліній і збільшує завадостійкість мережі.

Вони підключаються по інтерфейсу RS-422/485 до мережевого сервера, в якості якого використовується промисловий РС або звичайний офісний.

Комунікаційні модулі призначені для створення інформаційно-вимірювальних мереж, для збільшення протяжності 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, наприклад, між вимірювальною мережею підприємства, побудованою на RS-485, і інтелектуальних датчиків, які, як правило, використовують інтерфейс RS-232, або радіомодемами.

Прикладом подібних систем є комунікаційні модулі серії ADAM-4000 фірми Advantech:

ADAM-4510 – повторювач RS-485/RS-485

ADAM-4520 – перетворювач RS-232/RS-422/RS-485

ADAM-4521 – перетворювач RS-232//RS-485

ADAM-4550 – радіомодем з перетворенням RS-485/RS-232.

Плати для введення/виводу даних в РС працюють з інформацією, яка приходить або через інтерфейси RS і ін. (у випадку з платами формовування інтерфейсів), або вводиться в РС безпосередньо в аналоговому/дискретному вигляді через плати АЦП. Дані плати встановлюються безпосередньо в слоти ISA (рідше IPC) промислового або звичайного офісного РС.

Плати АЦП/ЦАП використовуються безпосередньо для введення вимірюваної величини в комп'ютер і/або для виведення управляючих сигналів. Дані плати, як правило, мають додатково декілька каналів цифрового введення/виводу.

При виборі модулів ПЗО бажана орієнтація на той інтерфейс, на основі якого побудована вимірювальна мережа підприємства, оскільки інакше можуть знадобитися модулі перетворення інтерфейсів. На вибір використовуваного інтерфейсу впливає топологія мережі і протяжність ліній зв'язку. Для розгалужених мереж і мереж з протяжними лініями (до 1200 м і більш) найбільш відповідним є інтерфейс RS-485. Кількість пристроїв, приєднаних до такої мережі, обмежене 255.

Вибір інтерфейсу RS-422 в більшості випадків недоцільний, оскільки він не має широкого розповсюдження. Для невеликих локальних мереж з кількістю пристроїв близько декількох одиниць може бути використаний RS-232. Його перевагою є те, що він вбудований у всі промислові і офісні РС і не вимагає додаткових пристроїв. Недолік – мала протяжність ліній зв'язку.

Протяжні сигнальні лінії від датчиків і виконавчих пристроїв до центрального контролера часто приводять до проблем, пов'язаних з недостатньою завадостійкістю і пошуком несправностей.

Модулі введення/виводу серії ADAM-4000 фірми Advantech найдоцільніше застосовувати в розподілених системах збору даних і прикладної області, для яких характерна невисока швидкість вимірювання параметрів технологічного процесу, що підлягають контролю. Функції локального, незалежного від контролера мережі, управління представлені обмежено і часто не задовольняють вимогам, що висуваються при постановці завдання комплексної автоматизації підприємства.

5.3 Режими роботи АСУ ТП

Залежно від ступеня участі людини у виконанні функції АСУ ТП розрізняють два режими роботи: автоматизований і автоматичний.

Автоматизований режим. У цьому режимі оперативний технологічний персонал бере активну участь в управлінні.

При *ручному управлінні* – технологічний персонал за інформацією, яку отримує по різних каналах про стан управління технологічним об'єктом, ухвалює рішення про зміну технологічного режиму і впливає на процес дистанційно з операторської за допомогою ручних задатчиків або органів управління, або ж безпосередньо.

У режимі *«порадника»* ЕОМ рекомендує технологічному персоналу через монітор оптимальні значення найбільш важливих режимних параметрів, що забезпечують досягнення цілі управління. Технологічний персонал на підставі свого досвіду й знань аналізує отримані рекомендації, а також інформацію про процес і ухвалює рішення щодо доцільності зміни режиму. У випадку прийняття *«ради»* він утручається в роботу управління технологічним об'єктом, або змінюючи завдання регулятора, або безпосередньо – як при ручному управлінні. Недоліком цього режиму є те, що операторові найчастіше важко перевірити правильність виробленої ЕОМ рекомендації.

У *діалоговому режимі* технологічний персонал має можливість одержувати по запиту через монітор додаткову інформацію про стан процесу (наприклад, про наявність сировини, про прогнозовані показники якості), і лише після цього ухвалювати рішення щодо доцільності зміни технологічного режиму.

Автоматичний режим роботи АСУ ТП передбачає вироблення й реалізацію управляючих впливів без участі людини. Реалізуються наступні варіанти даного режиму:

супервизорное (непряме) управління – коли ЕОМ автоматично змінює завдання і/аб коефіцієнти настроювання локальних регуляторів. При цьому на програмному рівні вирішуються питання захисту управління технологічним об'єктом від небезпечних і неприйнятних змін технологічних параметрів;

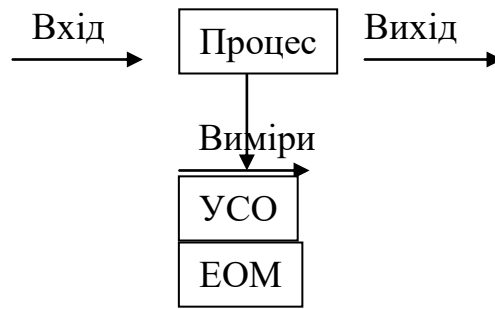
безпосереднє (пряме) цифрове управління – при якому ЕОМ реалізує результати розрахунків по пошуку оптимальних режимів шляхом впливу на виконавчі механізми. Вимоги до надійності підсистеми управління в цьому режимі різко зростають: ураховуються всі можливі варіанти роботи управління технологічним об'єктом для попередження його виходу в нестійку зону, у якій можливі аварійні ситуації.

З усіх перерахованих режимів найпоширенішим є режим *«порадника»* й реалізації, якого зменшується можливість неправильних рішень, що ґрунтуються на неповній інформації або прийнятих у непередбачених алгоритмами обставинах.

5.4 Схеми управління в АСУ ТП

5.4.1 Управління в режимі збирання даних

Після ідентифікації необхідно вибрати схему управління ТП, котра будується з урахуванням принципів управління, які визначають режим функціонування АСУ ТП. При цьому АСУ приєднується до процесу способом, який вибирає інженер-технолог (рис. 11).



Носії вихідних даних: лістинг, дисплей, накопичувачі на магнітних дисках.

Рисунок 11 – Система збирання даних

Перемінні, що інтересують інженера-технолога, перетворюються в цифрову форму, які сприймається системою введення і вміщується в запам'ятовуючій пристрій ЕОМ. Величини на цьому етапі є цифровим представленням напруги, що генерується датчиками. Ці величини за відповідними формами перетворюються в технічні одиниці. Наприклад, для обчислення температури, яка вимірюється за допомогою термопар, можна використати формулу $T = A \cdot U_2 + B \cdot U_1 + C$, де U – напруга з виходу термопар; A , B і C – коефіцієнти. Результати обчислень реєструються пристроями виведення АСУ ТП в різних умовах. У результаті інженер-технолог отримує можливість побудувати і/або уточнити математичну модель ТП, яким необхідно управляти. Збір даних не має прямого впливу на ТП, у ньому знайшов обережний підхід до впровадження методів управління, що ґрунтуються на використанні ЕОМ. Однак у дуже складних схемах управління ТП система збирання даних для цілей аналізу і уточнення моделі ТП використовується як одна з обов'язкових підсхем управління.

5.4.2 Управління в режимі радника оператора

Управління в режимі радника передбачає, що ЕОМ у складі АСУ ТП працює в ритмі ТП у розімкненому контурі, тобто виходи АСУ ТП не зв'язані з органами, що управляють ТП. Управляючі впливи фактично здійснюються оператором-технологом, який отримує вказівки від ЕОМ (рис. 12).

Усі необхідні управляючі сигнали впливу обчислюються ЕОМ у відповідності з моделлю ТП, результати обчислень передаються оператору у вигляді повідомлень на дисплеї або у друкованому виді. Оператор управляє процесом, змінюючи уставки регуляторів. Регулятори є засобом підтримання оптимального управління ТП, а оператор відіграє роль слідкуючого і управляючого ланцюга. АСУ ТП відіграє роль пристрою, безпомилково і безперервно спрямовуючого оператора оптимізувати ТП. Основний недолік цієї схеми управління полягає в наявності людини в ланцюзі управління. При значній кількості вхідних і вихідних перемінних така схема управління не може застосовуватися з причин обмежених психофізичних можливостей людини.

Однак управління цього типу має переваги: задовольняє вимоги обережного підходу до нових методів управління.

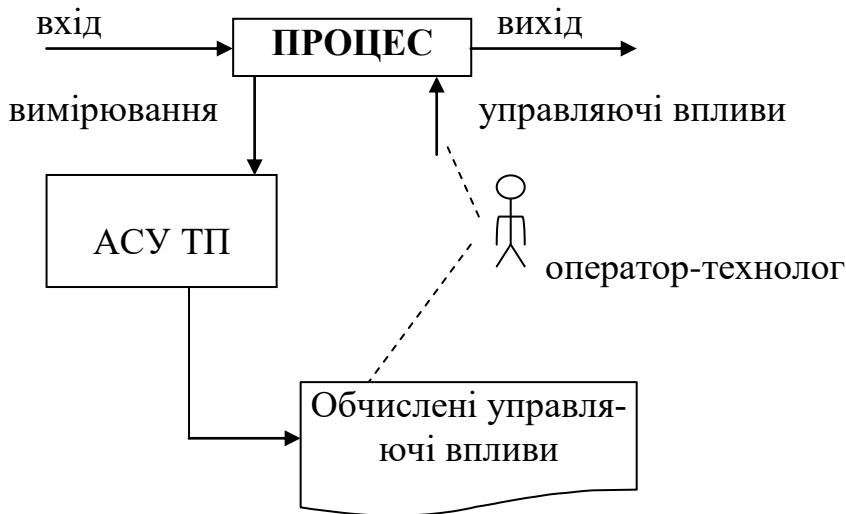


Рисунок 12 – АСУ ТП в режимі радника оператора

Режим радника забезпечує:

- хороші можливості для перевірки нових моделей ТП;
- у якості оператора може виступати інженер-технолог, який «тонко» відчуває процес і виявить неправильну комбінацію уставок, яку може видати невірно налаштована програма АСУ ТП. Крім того АСУ ТП може слідкувати за виникненням аварійних ситуацій, тобто оператор має можливість приділяти більше уваги роботі з установками, при цьому АСУ ТП слідкує за більшою кількістю аварійних ситуацій, ніж оператор.

5.4.3 Супервізорне управління

У цій схемі АСУ ТП використовується в замкнутому контурі, тобто установки регулятором задаються безпосередньо системою (рис. 13).

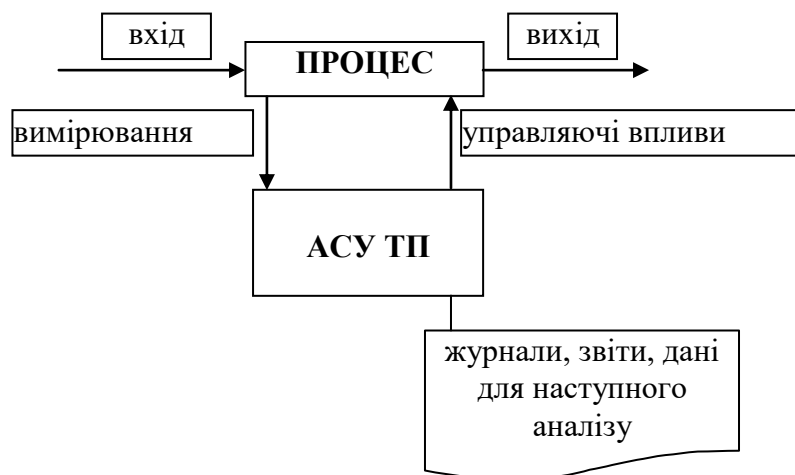


Рисунок 13 – Схема супервізорного управління

Уставки вводяться в АСУ оператором або ЕОМ, котра виконують розрахунки по оптимізації процесу. При наявності системи безпосереднього цифрового управління оператор повинен мати можливість:

- змінювати уставки;
- контролювати деякі вибранні перемінні;
- варіювати діапазони допустимих змін вимірюваних перемінних;
- змінювати параметри налаштувань і мати доступ до управляючої програми.

Перевагою режиму безпосереднього цифрового управління є можливість змінювати алгоритми управління для контурів простим внесенням змін в програму, що зберігається. Недоліком є можлива відмова в роботі ЕОМ.

Висновки

Функції, які виконують АСУ забезпечують реалізацію внутрішніх і зовнішніх зв'язків підприємства. Процес управління складається з наступних операцій, які можна об'єднати в три групи:

1. одержання й обробка інформації про стан управління технологічним процесом;
2. аналіз отриманої інформації й ухвалення рішення про доцільний вплив на процес;
3. здійснення ухваленого рішення, тобто безпосередній вплив на процес шляхом зміни матеріальних або енергетичних потоків.

ТЕХНІЧНЕ, ІНФОРМАЦІЙНЕ І ОРГАНІЗАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АСУ ТП

ЛЕКЦІЯ 6. ОРГАНІЗАЦІЙНЕ І ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АСУ ТП

План

Вступ

1. Система організаційного забезпечення
2. Система технічного забезпечення
3. Засоби вимірювання технологічних параметрів.
4. Апаратна і програмна платформа контролерів.

Висновки

Література

1. Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.
2. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 185 с.
3. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.
4. Е.П. Стефани. Основы построения АСУ ТП / Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 352 с.
5. Интегрированные системы управления технологическими процессами (+ CD-ROM): В. Г. Харазов – Санкт-Петербург, Профессия, 2009 г. – 592 с.

Вступ

Функціонування АСУП повинне бути стійким і ефективним, визначене якістю проектної документації, чітким поділом функцій між технічними засобами й управлінським персоналом у процесі створення та роботи системи, строгим виконанням інструкцій і організаційно-технічних заходів, передбачених проектною документацією.

Організаційне забезпечення виступає як один з найважливіших компонентів ефективного функціонування АСУП, від якого залежить взаємодія цілей і функцій системи, апарату управління й різноманітних ресурсів.

6.1 Система організаційного забезпечення

Організаційне забезпечення АСУП являє собою сукупність засобів і методів, призначених для проведення техніко-економічного аналізу існуючої на підприємстві системи управління, вибору і постановки завдань автоматизації організаційного управління в умовах АСУП. Воно є необхідним для забезпечення взаємодії персоналу АСУП як з технічними засобами, так і між собою в процесі рішення завдань управління.

У організаційного забезпечення виділяють чотири групи.

1. Основна група включає найважливіші методичні матеріали, що регламентують процес створення й функціонування системи:

– загальногалузеві керівні методичні матеріали по створенню АСУП, типові проектні рішення АСУП;

– методичні матеріали по організації й проведенню передпроектного обстеження на підприємстві, формуванню завдань, як по рівнях об'єкта управління (завдання управління ділянками, цехами, підприємством у цілому, а також комплексними, що охоплюють кілька рівнів управління);

– по функціях управління (нормування, планування, облік, регулювання).

2. Засоби, необхідні для ефективності функціонування АСУП (комплекси завдань управління, пакети прикладних програм, типові структури управління підприємством, уніфіковані форми документів), становлять наступну групу в структурі організаційного забезпечення АСУП.

3. Важливою складовою організаційного забезпечення є всіляка документація, сформована в процесі передпроектного дослідження (технічне завдання й техніко-економічне обґрунтування АСУП), у ході технічного й робочого проектування (технічна робоча документація) і в період упровадження (документи, що оформляють поетапну здачу системи в експлуатацію).

4. Основна мета організаційного забезпечення – аналіз існуючої системи управління підприємства й розробка комплексу організаційних рішень, спрямованих на підвищення її ефективності.

Організаційне забезпечення АСУП, поєднуючи і взаємозв'язані в єдину систему методичні питання, технічне, програмне й інформаційне забезпечення, буде ефективним тільки за умови досягнення оптимального поділу функцій між ЕОМ і людиною й реалізації структурних принципів організаційних систем. Організаційні відносини повинні будуватися на комплексному й послідовному використанні правових, соціальних, психологічних і інших методів, що впливають на людей і регулюючих їхню поведінку, що вимагає, у свою чергу, тісної взаємодії організаційного забезпечення із правовим, ергономічним і іншими видами забезпечення.

Удосконалювання виконання функцій – це, насамперед, досягнення оптимального ступеня централізації, спеціалізації, уніфікації. Питання вдосконалювання організаційної структури апарату управління, на основі інформатизації, є одним з найважливіших у справі підвищення ефективності праці у сфері управління підприємством.

Скорочення ланок управління значно спрощує структуру управління й окремі операції, а також процедури по виконанню управлінських робіт. Умовами скорочення шаблів і ланок є:

– централізація функцій управління;

– механізація трудомістких, рутинних операцій;

– концентрація спеціальних робіт у комплексних службах.

Поліпшення структури роботи персоналу передбачає встановлення оптимального співвідношення чисельності керівників, фахівців і службовців, таким чином, щоб кожний виконував роботу згідно із займаною посадою, кваліфікацією й професією. Центральною й найбільш відповідальною операцією, що визначає результативність роботи, як керівників, так і всього апарату управління є вироблення і прийняття рішень. Основою оптимального виконання цієї роботи є застосування прогресивних методів і засобів автоматизації й механізації процесів переробки інформації й раціональна організація роботи з нею.

Основними завданнями централізації функцій управління є:

- підвищення оперативності, якості й скорочення строків підготовки управлінських рішень за рахунок розширення кола завдань управління;
- удосконалювання документообігу;
- концепції стратегічних завдань в апараті управління;
- концепції тактичних і оперативних схем вироблення й оцінки організаційних і управляючих рішень.

Раціональні форми централізації визначаються наступними основними факторами:

- видами й глибиною спеціалізації хімічного виробництва і його підрозділів;
- територіального розосередження підприємств;
- їхньою потужністю й спеціалізацією;
- наявними засобами зв'язку, обчислювальної техніки й оргтехніки;
- кваліфікацією управлінських кадрів.

При цьому, чим глибше спеціалізація, менше розміри підприємства, більше територіальна концентрація, вище технічна оснащеність підприємства й нижче кваліфікація працівників апарату управління, тим більше потреба в розвитку централізації.

Фактори, що визначають раціональну централізацію рішення певного управлінського завдання на рівні ланок, а також відзначають вплив централізації на ефективність роботи підприємства:

- параметри централізації, що включають ступінь централізації підготовки й ухвалення вирішення завдання зосередження висококваліфікованих працівників в апараті управління;
- ситуаційні параметри, що характеризують розглянуте завдання й характеристику підприємства;
- кінцевий параметр – ефективність функціонування підприємства.

Важливість завдання для підприємства визначається:

- можливою відносною ефективністю від її рішення;
- загальним обсягом робіт по управлінню підприємством, причому, чим більше трудомісткість управління, тем менше важливість вирішення завдання.

6.2 Система технічного забезпечення

До складу технічного забезпечення входять:

- комплекс технічних засобів;
- методичні й керівні матеріали, технічна документація;
- персонал, що забезпечує ефективність функціонування АСУП.

Комплекс технічних засобів – це сукупність взаємозалежних з єдиним управлінням технічних засобів, призначених для автоматизованої й інтегрованої обробки даних, а також зберігання (накопичення) даних і ведення інформаційного обміну між робочими станціями й серверами, що входять комп'ютерну мережу.

Комплекс технічних засобів можна розділити на чотири основні групи.

1. *Група збору інформації*, тобто формування первинних повідомлень, які фіксують хід виробничих і технологічних процесів, перешкоди, що виникли, збої і перешкоди в роботі підрозділів, зміст юридичних і нормативних актів. Важливою є забезпеченість сучасними засобами зв'язку. Повідомлення, сформовані на етапі 1, можуть мати різний вигляд: або це звичайний паперовий документ, або повідомлення «у машинному виді», або те й інше одночасно. Що саме визначає розроблювач АСУП залежить від багатьох факторів: необхідного ступеня автоматизації інформаційних процесів; управлінських функцій, у рамках яких повідомлення створюються.

2. *Засоби накопичення й відновлення даних*, при якому забезпечується можливість швидкого пошуку й відбору потрібних у будь-який момент відомостей, захист їх від викривлень і втрати зв'язності.

3. *Засоби обробки інформації*, у результаті якої на основі раніше накопичених даних утворюються нові види даних: прогностичні варіанти управлінських рішень, вирішення різних технічних, економічних, маркетингових завдань; крім цього – узагальнюючі, рекомендаційні, аналітичні види даних. В обробці даних беруть участь одна або декілька ЕОМ, з'єднаних засобами телекомунікацій. У допоміжних процедурах обробки інформації можуть застосовуватися різного роду електронні лічильно-клавійні пристрої.

4. *Засоби відображення даних*, представлення даних у формі, яка є зручною для сприйняття людиною (графіки, діаграми, об'єкти мультимедіа й ін.). Однак майже в кожному разі результати переводяться на машинний носій.

Вибір технічних засобів АСУП регламентований нормативними документами. Ці документи враховують:

- специфіку окремої організації, містять рекомендації з вибору типу й розрахунків кількості засобів збору;
- реєстрацію первинної обробки даних, засобів підготовки, обробки й накопичення інформації;
- засоби представлення й відображення даних, включаючи відеотермінальні пристрої, телекомунікаційні засоби;
- засоби диспетчеризації й пристрої рахунку продукції, у тому числі пристрої автоматизації оперативного контролю над ходом виробничого про-

цесу, засобів оргтехніки, допоміжного обладнання й матеріалів, комплектів проектної документації.

При проектуванні складу комплексу технічних засобів рекомендується використовувати типові проектні рішення, які містять у собі методичні й проектні матеріали на кожний елемент КТС, достатні для розробки й прив'язки технічної документації.

ЕОМ є головною складовою комплексу технічних засобів АСУ й призначена для виконання операцій вводу інформації, обробки даних по закладеній у ній програмі, а також виводу результатів обробки у формі, придатній для сприйняття користувачем. Зазначені дії здійснюються відповідними агрегатами ЕОМ – блоками введення/виводу інформації (зовнішніми пристроями) і центральним процесором. Кожна із цих конструкцій досить складна й, у свою чергу, складається з окремих, більш дрібних пристроїв. Зокрема, у центральний процесор можуть входити арифметико-логічний пристрій, управляючий пристрій і оперативний запам'ятовувальний пристрій.

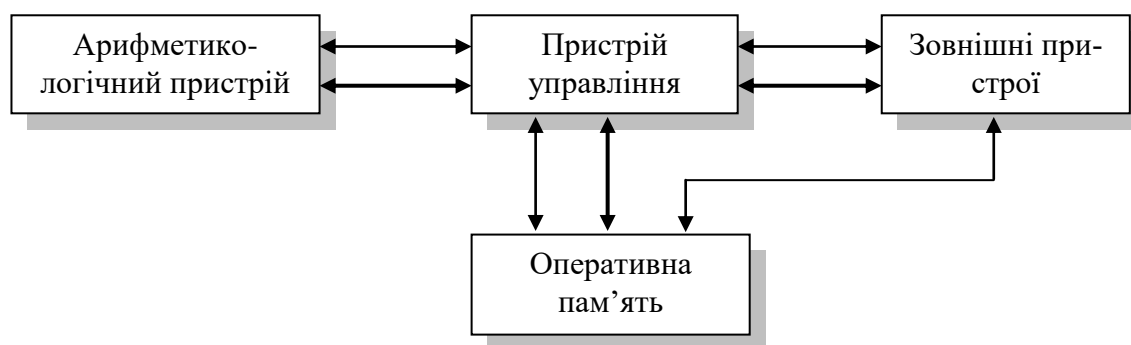
Пристрою введення/виводу представлені не однієї конструктивною одиницею у зв'язку з тим, що види виведеної інформації, що уводиться й виводиться різноманітні. Пристрій управління здійснює координацію роботи всіх агрегатів ЕОМ.

Арифметико-логічний пристрій виконує перетворення даних, що передбачені командами програми.

В оперативному запам'ятовувальному пристрої містяться програми, а також тимчасово зберігається частина вхідних даних і проміжних результатів.

Запам'ятовуючі пристрої бувають трьох видів:

- двонаправлені (допускають і зчитування даних, і запис даних);
- напівпостійні (призначені для зберігання рідко обновлюваної інформації);
- постійні (допускають тільки зчитування інформації).



- ↔ – інформаційні зв'язки
- ⇔ – управляючі зв'язки

Рисунок 15 – Укрупнена структурна схема ЕОМ

Якість ЕОМ характеризується багатьма показниками:

- набір інструкцій (команд), які ЕОМ здатна розуміти й виконувати;
- швидкість роботи (швидкодія) центрального процесора (кількість операцій, яку центральний процесор здатний виконати в одиницю часу);
- кількість зовнішніх пристроїв, які можна приєднати до неї одночасно;
- споживання електроенергії тощо.

У багатопроцесорних ЕОМ, у яких кілька процесорів працюють одночасно, продуктивність машини дорівнює сумі продуктивності процесорів. У цьому випадку говорять про *багатопроцесорну архітектуру*. В особливо потужних ЕОМ число процесорів досягає декількох десятків.

Одним з основних факторів, що визначають основні тенденції розвитку електронної обчислювальної техніки, є тип елементної бази. Нові технічні можливості, що з'явилися зі створенням нових елементів і пристроїв, дозволили розробити більш досконалі АСУ. Технічне забезпечення, засноване на ІВМ з відкритою архітектурою, дозволять здійснювати взаємозамінність, нарощування потужності під час експлуатації. Сьогодні не варто говорити про сталість технічного забезпечення АСУ, зокрема АСУП, тому що темпи розвитку ЕОМ, робочих станцій і т.д. легко заміняється більш високорозвиненими, високошвидкісними системами.

6.3 Засоби вимірювання технологічних параметрів

Прилади з цифровим способом передачі даних. У всьому співтоваристві електронних засобів промислової автоматизації останнім часом з'явилася ніша приладів з цифровим способом передачі даних, тобто на зміну стандарту 0...20 мА (4...20 мА і ін.), що панував на протязі майже 25 років приходиться двійковий спосіб представлення інформації в системах управління і регулювання.

Переваги даного способу:

- підвищена точність передачі даних;
- можливість виявлення і усунення помилок при передачі;
- можливість використання однієї лінії зв'язку для роботи декількох пристроїв;
- використання однієї лінії для передачі як аналогових, так і цифрових сигналів (наприклад, HART-протокол) і т.д.

З розвитком технічних засобів автоматизації мінялися методи вимірювання та ідеологія побудови самих систем вимірювання і управління.

Далі розглядається апаратна реалізація першого (нижнього) рівня сучасної АСУП, який об'єднує інформаційні системи збору і первинної обробки інформації.

У даний час застосовують т.з. «інтелектуальні датчики». Цей термін означає, що пристрій має вбудований мікропроцесор, який дозволяє здійснювати певні функції. Інтелектуальний датчик може надавати точніші свідчення завдяки застосуванню числових обчислень для компенсації нелінійностей чу-

тливого елемента або температурної залежності. Так, основна похибка приладів серії «Метран-45» складає 0,25 % від шкали, а основна похибка інтелектуального датчика серії 3051 Coplanur (фірма Fisher-Rosemount Inc.) - 0,075 %. У коло можливостей деяких приладів входить вимірювання декількох параметрів і перерахунок їх в одне вимірювання (наприклад, об'ємну витрату, температуру і тиск в масову витрату, т.з. багатопараметричні датчики), функції вбудованої діагностики, автоматичне калібрування.

Деякі інтелектуальні прилади (наприклад, сімейство приладів Rosemount SMART FAMILY) дозволяють посилати в канал передачі і аналоговий сигнал, і цифровий. У разі одночасної трансляції обох видів сигналів аналоговий використовується для трансляції значення вимірюваного параметра, а цифровий - для функцій настройки, калібрування, а також дозволяє зчитувати вимірюваний параметр. Ці пристрої забезпечують переваги цифрового зв'язку і, в той же час, зберігають сумісність і надійність аналогових засобів, які потрібні для існуючих систем.

Зчитування вимірюваного параметра в цифровій формі підвищує точність за рахунок обмежень операцій цифро-аналогового і аналого-цифрового перетворень сигналу 4...20 мА. Але цифровий спосіб вимірювання вносить затримку у вимірювання (час, витрачений на послідовну передачу інформаційної посилки), яка може бути неприйнятною для управління швидкодіючими контурами.

Цифровий датчик дозволяє зберігати додаткову інформацію про процес (тег, описувач позиції вимірювання, діапазон калібрування, одиниці вимірювання), записи про процедури його обслуговування і т.п., зчитувану за запитом. Багатопараметричні прилади містять базу даних по фізичних властивостях вимірюваних рідин і газів.

При вибранні технічних засобів потрібно керуватися, перш за все, специфікою процесу. Якщо немає необхідності використання складних алгоритмів управління, не вимагається високої точності, якщо об'єкт не є розосередженим і не вимагає великого числа приладів, то тут можна ефективно використовувати пневматичні засоби. Дані пристрої мають деякі переваги перед електричними: вони придатні для експлуатації у вибухо- і пожежонебезпечних зонах, вся автоматика захисту (відсічні клапани) змонтовані на пневмосабах, прості в експлуатації, не вимагають особливої підготовки персоналу, крім того, вимагають менших матеріальних витрат на придбання.

Для *об'єктів із зосередженими параметрами* більш підійдуть аналогові засоби, які володіють рядом переваг. Зокрема, використання стандартних рівнів сигналів не ставить проблеми сполучення пристроїв, швидкість передачі підходить для використання в системах реального часу, висока точність (до 0,05 %) і можливість застосування нестандартної апаратури. Але потреба у великій кількості недешевих сполучних проводів, обмеження на дальність передачі й схильність впливу перешкод спричиняють незручності при застосуванні.

Клас цифрових пристроїв, окрім перерахованих вище завдань, дозволяє вирішувати задачі управління сильно розподілених об'єктів і завдяки засто-

суванню пари проводів для підключення декількох приладів значно зменшує витрати на монтаж системи. Особливості застосування цифрової передачі, через відсутність єдиного стандарту, зв'язані з використанням різних протоколів зв'язку.

6.4 Апаратна і програмна платформа контролерів

Промислові контролери і комп'ютери, розташовані на середньому рівні АСУ ТП, відіграють роль елементів, що управляють, приймають цифрову інформацію і що передають управляючі сигнали.

До останнього часу роль контролерів в АСУ ТП в основному виконували PLC (Programmable Logic Controller – програмовані логічні контролери) зарубіжного і вітчизняного виробництва. Найбільш популярні в нашій країні PLC таких зарубіжних виробників, як Allen-Braidly, Siemens, ABB, Modicon, а також вітчизняні моделі: «Ломіконт», «Реміконт», Ш-711, «Мікродат», «Эмикон» і ін.

У зв'язку з бурхливим зростанням виробництва мініатюрних PC-сумісних комп'ютерів останні все частіше стали використовувати як контроллери.

Перша і головна перевага PC-контролерів пов'язана з їх відкритістю, що дозволяє застосовувати в АСУ устаткування різних фірм. Тепер користувач не прив'язаний до конкретного виробника.

Друга важлива перевага полягає в більш «споріднених» зв'язках з комп'ютерами верхнього рівня. В результаті не потрібні додаткові витрати на підготовку персоналу.

Третя перевага – вища надійність. Зазвичай розрізняють фізичну і програмну надійність контролерів.

Під *фізичною надійністю* розуміють здатність апаратури стійко функціонувати в умовах навколишнього середовища промислового цеху і протистояти її шкідливій дії.

Під *програмною надійністю* розуміється здатність програмного забезпечення (ПЗ) стійко функціонувати в ситуаціях, що вимагають реакції в заданий час. Програмна надійність визначається в першу чергу ступенем відлагодженості ПЗ. Оскільки в більшості PC-контролерів використовуються комерційні широко поширені і добре відлагоджені операційні системи (Windows, Unix, Linux, QNX і ін.), то слід чекати, що програмна надійність буде вища, ніж у PLC.

Операційні системи контролерів повинні задовольняти не тільки вимогам відкритості, але і вимогам роботи в режимі реального часу, були компактні і мали можливість запуску з ПЗП або флеш-пам'яті.

Висновки

Основна мета організаційного забезпечення – аналіз існуючої системи управління підприємства й розробка комплексу організаційних рішень, спрямованих на підвищення її ефективності.

Ефективна робота технічної бази АСУП полягає в правильному виборі технічних засобів, організації спеціальних центрів обробки інформації, підготовці кадрів, виборі раціональних технологічних процесів обробки інформації. До складу технічного забезпечення входять комплекс технічних засобів, методичні й керівні матеріали, технічна документація й персонал, що забезпечує ефективне функціонування АСУ ТП.

ЛЕКЦІЯ 7. ОРГАНІЗАЦІЙНЕ І ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АСУ ТП (2)

План

Вступ

1. Засоби вимірювання загальнотехнічних параметрів: вимірювання температури, вимірювання тиску, вимірювання витрат і маси речовини, прилади для виміру рівня, управляючі обчислювальні комплекси, мікропроцесорна система, напівпровідникові прилади, мікросхеми, релейно-контактні пристрої, виконавчі пристрої.

2. Схеми захисту, сигналізації й блокування в технологічних процесах.

Висновки

Література

1. Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.

2. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.

3. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.

4. Е.П. Стефани. Основы построения АСУ ТП / Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. - 352 с.

5. Интегрированные системы управления технологическими процессами (+ CD-ROM): В. Г. Харазов – Санкт-Петербург, Профессия, 2009 г. – 592 с.

Вступ

Технічне забезпечення включає весь комплекс технічних засобів: чутливі елементи, перетворювачі, засоби обчислювальної техніки, вторинні прилади й регулятори, виконавчі механізми і т.д. (у комплекс технічних засобів АСУТП не входять лише органи регулювання), достатній для функціонування

Пристрої сигналізації призначені для повідомлення персоналу обслуговування про стан контрольованих об'єктів.

7.1 Засоби вимірювання загальнотехнічних параметрів

До загальнотехнічних параметрів відносяться:

- температура;
- тиск (розрядження, перепад тисків);
- рівень;
- витрати;
- електричні (сила струму, напруги, потужність).

Вимірювання температури

Температура – фізична величина, що характеризує середню кінетичну енергію хаотичного руху молекул речовини. Температуру вимірюють за допомогою термометрів. Засоби виміру температури діляться на *контактні* й *безконтактні*.

Контактні термометри підрозділяють на термометри розширення, електричні та спеціальні. Термометри *розширення* діляться на рідинні, біметалічні, дилатометричні і манометричні. Манометричні перетворювачі температури формують на виході уніфікований сигнал (пневмоавтоматики), дозволяючи дистанційно вимірювати температуру без використання додаткової енергії на відстані до 60 м. Вони прості по конструктивному виконанню, надійні в експлуатації, з рівномірною шкалою, вибухобезпечні й нечутливі.

До *електричних термометрів* відносять термометри опору (терморезистори) і термоелектричні (термопари). До спеціальних відносять різні індикатори температури.

Вимірювальні перетворювачі на основі терморезисторних і термоелектричних принципів прості по конструкції та мають високу надійність. Однак їх вихідний сигнал невеликий по величині і без додаткового посилення не може бути переданий на велику відстань до декількох десятків метрів.

Термоперетворювачі опору призначені для виміру малих і середніх величин температур (до 600°C – платиновий і до 200°C – мідний чутливі елементи) і працюють у комплекті з логометрами й мостовими схемами (автоматичними мостами й цифровими приладами).

Термоелектричний термометр – це вимірювальне пристрій, що складається з термоелектричного перетворювача температури, електровимірювального приладу та проводів, що з'єднують їх між собою в єдине ціле.

Для виміру *термо-ЕРС* (електрорушійна сила) термопар у термоелектричних термометрах застосовують вимірювальні прилади, призначені для виміру невеликих значень напруги постійного струму (від 0 до 100 мВ). Найчастіше в якості вимірювальних приладів використовують мілівольтметри, потенціометри і цифрові вимірювальні прилади.

Інтелектуальний датчик температури призначений для перетворення температури від первинного вимірювального перетворювача на основі мідного або платинового перетворювача в цифровий код.

Безконтактні засоби вимірювання (пірометри) засновані на використанні електромагнітних і ультразвукових явищ. Пірометри дозволяють контролювати температуру потоків продукції, не змінюючи температурне поле.

Аналогові перетворювачі температури для сумісності із засобами мікропроцесорної техніки вимагають наявності на виході аналого-цифрового перетворювача. За допомогою моделей введення аналогових сигналів серій АДАМ на виході можна одержати сигнал, пропорційний величині температури, у цифровій формі.

Вимірювання тиску здійснюється за допомогою манометрів і вимірювальних перетворювачів тиску. Розрізняють:

- абсолютний;
- атмосферний;
- надлишковий тиск;
- розрядження або вакуум.

Манометр – це прилад для виміру тиску або різниці тисків з безпосереднім відліком (відображенням) значень. Вимірювальний перетворювач тиску має вихідний сигнал, функціонально пов'язаний з вимірюваним тиском.

По функціональному призначенню розрізняють манометри:

- напоромери (надлишкові тиски до 40 кПа);
- тягоміри- вакуумметри (не більш 40 кПа);
- тягонапоромери-мановакуумметри (–20 ... +20 кПа);
- вакуумметри глибокого вакууму (менш 200 Па);
- дифманометри – для виміру різниці тисків.

За принципом дії чутливого елемента манометри і вимірювальні перетворювачі тисків прийнято ділити на три групи:

- 1 – поршневі, рідинні, засновані на прямих методах виміру тиску;
- 2 – деформаційні, тензорезисторні й ін., засновані на прямих відносних методах виміру;
- 3 – термопарні й іонізаційні вакуумметри, ультразвукові манометри, засновані на непрямих методах вимірів.

Безпосередньо на технологічному устаткуванні або на щитах (дистанційні виміри) встановлюються деформаційні манометри із трубчастою пружиною. Діапазон вимірів від 10 Па до 2 Гпа. Широко застосовуються різного виду вимірювальні перетворювачі тисків:

- із тензочутливим елементом, відділеним від вимірювального середовища типовою мембраною;
- із сухим керамічним ємнісним чутливим елементом з утопленою мембраною або сухим пьезорезистивним чутливим елементом;
- із вбудованим електронним блоком.

Вимірювання витрат і маси речовини необхідно здійснювати як при облікових і звітних операціях (надходження сировини, відвантаження продукції), так і при контролі, регулюванні та управлінні технологічними процесами. Вимірювати доводиться витрати найрізноманітніших речовин: рідких, си-

пучих, твердих, наприклад, при змішуванні різних компонентів строго за рецептурою пропорціях; води, газу (робота котельні).

Витрата речовини – це маса або об'єм речовини, що проходить через певний перетин каналу системи вимірювання за одиницю часу. Розрізняють об'ємну витрату (м³/з; м³/ч и т.буд.) і масову (кг/з; кг/год; т/ч і т.д.).

Витрата речовини вимірюється за допомогою *витратомірів*. Витратоміри можуть бути призначені не тільки для виміру витрат, але й для виміру маси або об'єму речовини, що проходить через систему вимірювання протягом будь-якого проміжку часу, тоді вони називаються *витратомірами з лічильниками* або просто лічильниками. Маса (W) або об'єм речовини (V), який пройшов через лічильник, визначається по різниці двох послідовних в часі показань відлікового пристрою. Широко поширені різні автоматичні ваги й вагові дозатори.

Витратоміри змінного перепаду тиску застосовуються для виміру витрат рідини або газу (повітря, пари), що протікають по трубопроводах.

У *витратомірах обтікання* розхід речовини визначається по положенню поплавця, який змінює площу прохідного отвору так, що перепад тиску по обидві сторони поплавця залишається постійним.

Ротаметри застосовуються для виміру витрат чистих або слабко забруднених рідин і газів, що протікають по трубопроводах без різких коливань напорі.

Принцип дії *тахометричних витратомірів* базується на використанні залежностей швидкості руху тіл – чутливих елементів, що поміщаються в потік, від витрат речовин, що протікають через ці витратоміри.

Електромагнітні (індукційні) витратоміри призначені для виміру витрат різних рідких середовищ, у тому числі з дрібнодисперсними неферромагнітними частинками, з електричною провідністю не нижче $5 \cdot 10^2$ См/м, які протікають у закритих і повністю заповнених трубопроводах.

Теплові витратоміри застосовуватися при вимірюванні невеликих витрат будь-яких середовищ, але особливо перспективні для виміру витрат дуже в'язких матеріалів.

У багатьох технологічних процесах необхідно вимірювати рівень рідких або сипучих матеріалів, сигналізувати про досягнення ними максимального або мінімального значення. Щоб не допустити переливів або недосипів, або неприпустимо низького рівня застосовують *вимір рівня*.

Прилади для виміру рівня ділять на дві групи:

- рівнеміри, що дають безперервну інформацію про положення рівня в ємкості в будь-який момент часу;
- сигналізатори, які сигналізують про досягнення рівнем фіксованого значення (верхній, нижній, середній і т.п., залежно від того, де встановлені чутливі елементи).

У промисловості використовуються *рівнеміри*, засновані на самих різних фізичних принципах. Розглянемо основні.

Механічні рівнеміри: поплавкові, мембранні, контактнo-механічні й вібраційні.

Гідростатичні рівнеміри засновані на вимірі тиску стовпа рідини або сили виштовхування, що діє на тіло, занурене в рідину (буйкові, п'єзометричні (барботажні), гідростатичні рівнеміри-манометри і дифманометри).

Електричні рівнеміри ґрунтуються на електричних властивостях середовища – електропровідність, діелектрична проникність і ін. За допомогою первинного вимірювального перетворювача зміна рівня трансформується в електричний сигнал, вимірюваний електровимірювальним приладом. Найпоширеніші кондуктометричні, ємнісні і електролітичні сигналізатори.

Кондуктометричні рівнеміри:

– акустичні (ультразвукові) рівнеміри, принцип дії яких заснований на відбитті коливань від границі розділу середовищ із різним акустичним опором;

– хвильові рівнеміри використовують високочастотні хвильові методи вимірів (рівень середовища визначають по інтегральних характеристиках електромагнітних систем з розподіленими параметрами);

– резонансні рівнеміри спрацьовують при зміні електричних параметрів з вимірювального перетворювача, змінюючи його резонансну частоту. Електричні параметри залежать від зміни рівня середовища, у якому розміщуються перетворювачі;

– радіоізотопні рівнеміри, принцип дії яких ґрунтується на використанні залежності інтенсивності потоку іонізуючого випромінювання, що падає на приймач (детектор) випромінювання, від положення рівня вимірюваного середовища.

Управляючі обчислювальні комплекси (програмно-технічні) – це мікропроцесорні засоби автоматизації (програмно-технічні контролери², мікроконтролери, локальні регулятори, пристрої зв'язку з об'єктом), дисплейні панелі операторів, промислові мережі, що об'єднують ці компоненти (для управління автоматизованими технологічними процесами, розподіленими в просторі);

Управління безперервними і дискретними технологічними процесами:

– *Н-АСУ* безперервним технологічним процесом, характер протікання – із тривалою підтримкою режимів близьких до встановлених і практично не впливною подачею сировини та реагентів, що створює гарні умови для організації безперервного збору інформації про управління технологічним процесом за допомогою датчиків і введення цієї інформації безпосередньо в ЕОМ АСУ ТП. Після обробки інформації в ЕОМ прийняті рішення та відповідні управляючі впливи можуть безпосередньо передаватися з АСУ ТП на управління технологічними процесами;

² Програмно-технічні контролери, мікроконтролери виконують логічний аналіз і управляють відповідно до алгоритмів (програм) технологічним процесом і взаємодіють із оператором.

– *П-АСУ* безперервно-дискретним технологічним процесом з комбінацією безперервних і переривчастих режимів функціонування технологічних агрегатів або на різних стадіях процесу;

– *Д-АСУ* дискретним технологічним процесом з незначною тривалістю технологічних операцій. Дискретні процеси характеризуються більшим числом виробів, інформація про які може частково формуватися та вводиться в АСУ ТП автоматично від датчиків, а частково – вручну від різних пристроїв реєстрації та введення інформації. Після обробки інформації і формування рекомендацій останні передаються безпосередньо оперативному-виробничому персоналу, який реалізує їх управляючи технологічним процесом.

Передатну функцію одержують у результаті застосування інтегрального перетворення Лапласа до рівняння динаміки. Розрізняють передатні функції $W(p)$ в операторній формі, а також у формі зображень Лапласа.

Передатною функцією в операторній формі називають відношення оператора впливу до власного оператора, а передатною функцією у формі зображень Лапласа – *відношення зображення* вихідної координати до зображення вхідної величини при нульових початкових умовах. Передатні функції у формі зображень Лапласа і в операторній формі при прийнятих позначеннях збігаються. Подібність між цими передатними функціями чисто зовнішня і має місце для випадку стаціонарних систем.

До типових ланок відносять послідовне, паралельне і паралельно-зустрічне (зі зворотним зв'язком) з'єднання ланок.

Мікропроцесорна система – це сукупність взаємозалежних пристроїв, що складається з одного або декількох пристроїв пам'яті, пристроїв ведення/виводу та ряду інших пристроїв для забезпечення виконання певних функцій.

У будь-якій мікропроцесорній системі є чотири основних архітектурних елемента:

- пристрої управління (ПУ);
- арифметично-логічні пристрої (АЛП);
- пристрої пам'яті (ПП);
- пристрої вводу-виводу (ПВВ) (рис. 15)

Арифметично-логічні пристрої виконують запропоновані пристроями управління арифметичні та логічні операції над даними, які надходять із пристроїв пам'яті або пристроїв вводу-виводу (додавання, віднімання, зсув, пересилання, логічне додавання «АБО», логічне множення «І», додавання по модулю).

Пристрої управління декодують записані в програмі команди і генерують сигнали управління, необхідні для того, щоб арифметично-логічні пристрої і вся система виконували необхідні функції.

Арифметично-логічні пристрої і пристрої управління, як правило, виготовлено у вигляді однієї великої інтегральної мікросхеми (БІС), яка називається центральним процесором (ЦП).

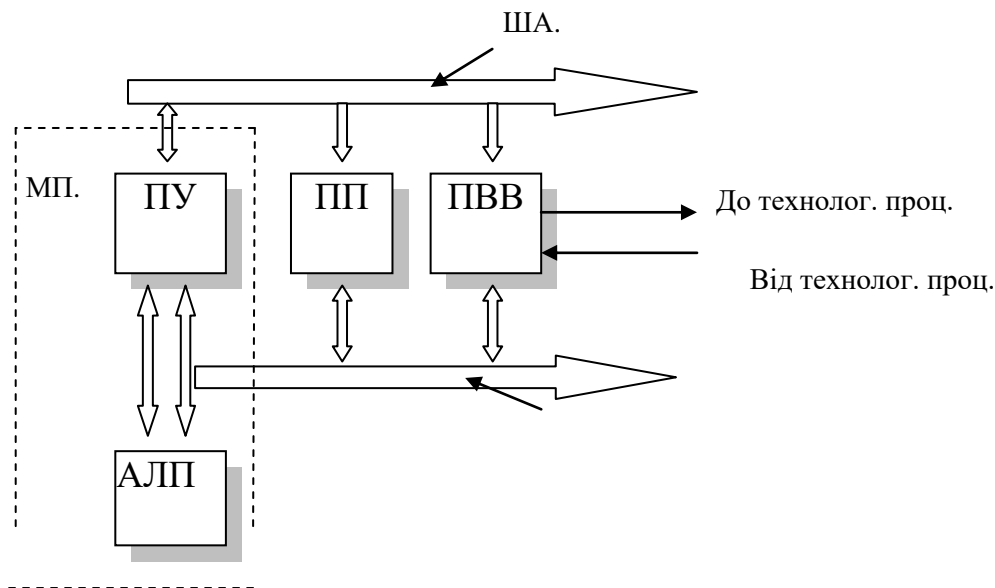


Рисунок 15 – Архітектурні елементи мікропроцесорної системи

Пристрої введення/виводу забезпечують зв'язок центрального процесора із зовнішніми (периферійними) пристроями.

Пристрій пам'яті або запам'ятовуючий пристрій – місце зберігання програм і даних, закодованих у двійковій формі. Пристрій пам'яті, що входить до складу мікропроцесора, є електронним пристроєм, що складається із елементів (гніздо) пам'яті. Кожному гнізду присвоюється номер, який називається адресою. Пристроями вводу-виводу реалізують зв'язок із зовнішніми (периферійними) пристроями.

Елементи *дискретної автоматики* використовуються для створення логічних і обчислювальних пристроїв, які широко застосовуються в системах автоматизації технологічних процесів.

Напівпровідникові прилади, що використовуються в пристроях автоматики можна розділити на основні групи:

- резистори;
- діоди;
- транзистори;
- тиристори.

До *напівпровідникових діодів* відносяться стабілітрони, фотодіоди, світлодіоди. Зворотний опір стабілітронів зменшується при зростанні прикладеної напруги, що дозволяє використовувати їх для стабілізації постійної напруги. При освітленні фотодіодів на їхніх виводах виникає різниця потенціалів, що забезпечує можливість їх використання в різних системах автоматичного контролю і регулювання. Світлодіоди виділяють променисту енергію при пропусканні електричного струму, а це дозволяє використовувати їх у цифрових і знакових індикаторах систем автоматизації.

Транзистор – триелектродний напівпровідниковий прилад, призначений для посилення, генерування та перетворення електричних коливань різних частот.

Тиристор – це чотириелектродний напівпровідниковий прилад, який застосовується для перетворення змінного струму в постійний, регулювання потужності змінного струму, перемикання електричних ланцюгів різної потужності.

Напівпровідникові логічні елементи – технічні прилади, які здійснюють логічну операцію над вхідними інформаційними сигналами. Розрізняють логічні елементи напівпровідникові (діодні, транзисторні і т.д.), магнітонапівпровідникові (ферит-діодні, ферит-транзисторні), електромеханічні тощо. У логічних схемах напівпровідникові елементи працюють у режимі перемикання, при якому опір електричного ланцюга змінюється в багато разів.

Мікросхеми. Інтегральна мікросхема складається із транзисторів, діодів, резисторів, конденсаторів, з'єднувальних проводів, об'єднаних у єдиній (монолітній) компоновці. У напівпровідникових мікросхемах усі елементи формуються на єдиному кристалі кремнію.

Основними перевагами мікросхем є висока надійність і економічність, малі розміри і маса. Використання мікросхем дозволяє в 40-50 раз зменшити обсяг монтажу в порівнянні із застосуванням окремих транзисторів, діодів, резисторів. Недоліком інтегральних мікросхем є мала вихідна потужність.

По кількості елементів мікросхеми підрозділяють на схеми:

- малої інтеграції (до 30 елементів);
- середньої інтеграції (до 150 елементів);
- великої інтеграції (більше 150 елементів);
- надвеликої інтеграції (більш 1000 елементів).

За формою сигналу мікросхеми підрозділяють на аналогові й дискретні.

Релейно-контактні пристрої об'єднують групу пристроїв автоматики, до якої входять реле, контактори й магнітні пускачі.

Реле – це пристрій, стан якого (наприклад, положення контактів) змінюється дискретно при плавній зміні вхідної управляючої величини. Реле бувають контактними й безконтактними (напівпровідникові, магнітні).

До контактних відносяться електромеханічні реле, у яких вхідна електрична величина (струм, напруга) перетвориться в механічне переміщення рухомої частини реле, що забезпечує замикання або розмикання контактів, включених в електричне коло, що управляється. Контакти реле можуть бути трьох видів: нормально розімкнуті, нормально замкнені і перемикаючі. Нормальний стан визначається при знеструмленій обмотці реле.

По числу стійких станів (положень контактів) реле підрозділяють на двопозиційні та багатопозиційні. Багатопозиційні реле характеризуються наявністю трьох і більш стійких станів.

За принципом дії електромеханічні реле підрозділяють на електромагнітні, магнітоелектричні, електродинамічні, індукційні й теплові.

Для включення і відключення потужних електродвигунів та інших приймачів електроенергії застосовують контактори й магнітні пускачі.

Контактор – електромеханічний апарат для дистанційної комутації силових електричних кіл низької напруги. Розрізняють контактори постійного й змінного струму.

Магнітний пускач – електромеханічний апарат змінного струму, призначений для дистанційного пуску, зупинення і захисту електричних установок. Магнітні пускачі можуть бути реверсивними, забезпечуючи можливість зміни напрямку обертання двигуна, і неревверсивними.

У комбінаційних пристроях електроавтоматики стан висновків залежить і миттєво змінюється при зміні вхідних сигналів. До комбінаційних приладів відносяться шифратори, дешифратори, перетворювачі кодів, суматори, комутатори й інші прилади, які широко застосовуються в промисловій електроавтоматиці.

Шифратор – це комбінаційна схема, яка, одержуючи сигнали по Т-вхідним лініям, генерує двійковий код на П-вихідних лініях.

Перетворювач кодів ставить в однозначну відповідність кожному вхідному набору (слову) вихідний набір.

Комутатор – пристрій, призначений для селективної передачі інформації (мультиплексори і демультіплексори).

Суматор – це схема, що здійснює одержання арифметичної суми двох двійкових чисел.

Лічильник – це пристрій, призначений для реалізації операції рахування сигналів (імпульсів), які надходять на їхній вхід.

Виконавчі пристрої здійснюють вплив на струм речовини або енергії, що надходить на об'єкт управління згідно з командній інформації регулюючого пристрою.

Виконавчі пристрої складаються з:

- регулюючого органа;
- виконавчого механізму;
- допоміжних елементів для управління;
- зворотного зв'язку;
- підсилення;
- сигналізації положення регулюючого органу.

Регулюючі органи безпосередньо впливають на процес зміни кількості подаваного речовини або енергії, яка подається в об'єкт управління.

Виконавчі механізми, будучи складовою частиною автоматизованої системи регулювання, призначені для переміщення регулюючого органа відповідно до команди, яку одержують від регулятора.

Електричні виконавчі механізми. В автоматичі в основному використовуються електромагнітні виконавчі механізми, основним вузлом яких є електромагніт постійного або змінного струму різних форм і конструкцій, що забезпечують його спрацьовування при протіканні струму по обмотці управління.

Пневматичні виконавчі механізми призначені для роботи із пневматичними регуляторами й випускаються у двох модифікаціях: мембранні й поршневі.

Гідравлічні виконавчі механізми використовують енергію робочої рідини під тиском. Ці механізми застосовують в автоматизованих системах управління, якщо необхідні значні зусилля для переміщення регулюючого органа.

7.2 Схеми захисту, сигналізації й блокування в технологічних процесах

Світлова сигналізація подається за допомогою сигнальних ламп із різним режимом світла (рівне або миготливе світло, повне, або неповне розжарювання), або світловими показниками різного кольору.

Звукова сигналізація подається дзвінками, сиренами або гудками.

Часто застосовують комбінацію світлової й звукової сигналізації. У таких випадках звуковий сигнал служить для повідомлення диспетчера або оператора про виникнення аварійного режиму, а світловий – указує на місце виникнення характеру цього режиму.

Розрізняють технологічну й контрольну сигналізацію.

Технологічна сигналізація сповіщає про порушення нормального ходу технологічного процесу, що проявляється у відхиленні від заданого значення технологічних параметрів: температури, тиску, рівня, витрати й т.п. У будинках і спорудах, де можлива поява в приміщеннях пожаро- і вибухонебезпечних речовин, а також токсичних продуктів, спрацьовує сигналізація підвищення гранично припустимих концентрацій таких речовин.

Технологічна сигналізація буває двох видів: попереджувальна й аварійна.

Попереджувальна сигналізація сповіщає про більші, але ще припустимі відхилення параметрів процесу від заданих. З появою сигналів попереджувальної сигналізації оператор повинен ужити заходів для усунення несправностей, що виникли.

Аварійна сигналізація сповіщає про неприпустимі відхилення параметрів процесу від регламентних або раптовому відключенні якого-небудь інженерного обладнання. Аварійна сигналізація вимагає негайних дій оператора по задалегідь складеній інструкції. Тому така сигналізація подається миготливим світлом і різким звуком. Схеми аварійної сигналізації звичайно обладнуються кнопкою відключення (знімання) звукового сигналу. Іноді застосовують схеми без повторення звукового сигналу. Такі схеми використовуються, коли поява хоча б одного з аварійних сигналів автоматично викликає звуковий сигнал всієї інженерної системи.

Контрольна сигналізація сповіщає про стан контрольованих об'єктів: відкриті або закриті регулювальні органи, включені, або відключені насоси, вентилятори й т.п. Найбільше просто контрольна сигналізація виконується для пристроїв, що мають тільки два робочі положення: «відкрите – закрите»

або «включене – відключене». Слід мати на увазі, що контрольна сигналізація іноді може видати невірну інформацію. Наприклад, якщо для сигналізації про роботу насоса використовують блок-контакти магнітного пускача, то така схема буде інформувати про включений насос навіть у тому випадку, коли він несправний або закритий запірний клапан на нагнітанні. Тому в таких випадках необхідно звертати увагу на показання приладів, що підтверджують вірогідність отриманої інформації. Таким приладом може бути, наприклад, витратомір на лінії нагнітання або манометр, установлений за запірним органом.

Пристрої *автоматичного захисту* призначені для запобігання аварій у будинках, де зміна умов роботи інженерних систем може привести до виникнення аварійної ситуації. До числа таких потенційно небезпечних ставляться системи, що працюють в умовах інтенсивного тепловиділення, при більших тисках і температурах і т.п. Пристрої автоматичного захисту в подібних системах повинні реагувати на порушення нормального режиму, таким чином, щоб передаварійний стан не перейшов в аварійний. Для цього звичайно проводять захисні заходи: зниження тиску, включення резервних насосів, відключення подачі палива і т.д. Деякі захисні заходи, особливо в процесах, де аварія може привести до важких наслідків, передбачають повну зупинку обладнання, наприклад, за допомогою скидання води з ємностей. Оскільки наступні пуск і налагодження інженерної системи – завдання складне, необхідно виключити неправильне спрацьовування пристроїв автоматичного захисту. Це досягається установкою двох окремих пристроїв захисту, що реагують на ту саму ознаку небезпеки. Пристрої захисту з'єднані так, щоб виконавчий механізм захисного пристрою включався тільки при їхнім одночасному спрацьовуванні.

Блокування служить для запобігання неправильної послідовності включень і вимикань механізмів, машин і апаратів.

Висновок

Комплекс реалізованих способів захисту розробляють, виходячи з особливостей ТОУ, аналізу аварійних ситуацій і категорії вибухонебезпечності ТОУ. У випадку відключення живлення система ПАЗ повинна забезпечити переклад ТОУ в безпечний стан.

ЛЕКЦІЯ 8. ІНФОРМАЦІЙНЕ І МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АСУ ТП

План

Вступ

1. Склад інформаційного забезпечення: інформаційне забезпечення автоматизованих систем управління, інформаційна система АСУ, програмне забезпечення інформаційної системи, системний аналіз інформаційного забезпечення, аналіз системи інформаційного забезпечення по напрямках, аналіз циркуляції інформації, оцінки раціональності побудови потоків інформації., програмно-математичне забезпечення.

Висновки

Література

1. Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.

2. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.

3. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.

4. Е.П. Стефани. Основы построения АСУ ТП / Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. - 352 с.

5. Интегрированные системы управления технологическими процессами (+ CD-ROM): В. Г. Харазов – Санкт-Петербург, Профессия, 2009 г. – 592 с.

Вступ

Мета системи інформаційного забезпечення полягає в тому, щоб представити для рішення завдань управління необхідні й достовірні відомості в досить повному обсязі, вчасно й у зручній для використання формі, що вимагає мінімальних витрат машинного часу й праці. Пізно отримана інформація часто стає непотрібною, тому що рішення вже прийнятий.

8.1 Склад інформаційного забезпечення

Інформаційне забезпечення автоматизованих систем управління – це сукупність єдиної системи класифікації й кодування техніко-економічної інформації, уніфікованих систем документації й масивів інформації, що використовуються в автоматизованих системах управління. Сутність інформаційного забезпечення полягає в інформаційному відображенні умов, стану й результатів виробничого процесу, обміні інформацією між органом і об'єктом управління для регулювання його діяльності.

Інформаційне забезпечення підрозділяють на зовнішньо машинне. До зовнішньомашинного інформаційного забезпечення відносять:

- оперативну документацію, що містить відомості про стан об'єкта управління й середовища;
- нормативно-довідкові документи, що включають систематизовану проектно-кошторисну, технічну, технологічну, організаційну й виробничу документацію, а також архівну інформацію;
- систему класифікації й кодування інформації;
- інструкції з організації вводу, зберігання, внесення змін у нормативно-довідкову документацію, у тому числі й у масиви даних про середовище.

Внутрішньомашинне інформаційне забезпечення містить у собі інформаційну базу на машинних носіях, систему програм її організації, накопичення, вводу й доступу до даних. Джерелом формування внутрішньомашинного інформаційного забезпечення служить зовнішньомашинна інформаційна база.

Основні вимоги до інформаційного забезпечення АСУ формуються на основі даних передпроектного обстеження підприємства. У процесі розробки завдань АСУ проектування інформаційного забезпечення звичайно розглядається як відносно самостійна частина загальної розробки автоматизованої системи управління.

Однак існує й інша методологія проектування з використанням CASE-технологій і CASE-засобів, у рамках якої конструювання інформаційного забезпечення й програмних засобів рішення завдань АСУ розглядається як єдиний технологічний процес. Через складність і високої вартості CASE-технологій і CASE-засобів їх застосовують тільки для створення АСУ великих підприємств.

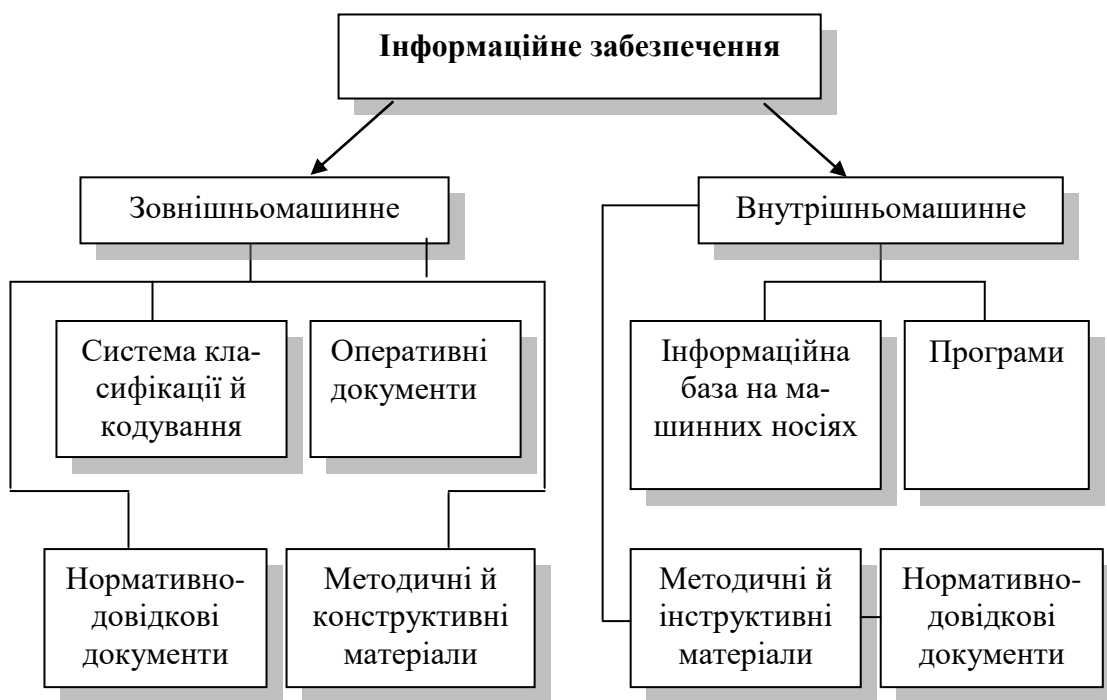


Рисунок 15 – Структура інформаційного забезпечення АСУ

У практиці проектування АСУ найчастіше реалізуються наступні два основні підходи до створення інформаційного забезпечення:

- «від предметної області»;
- «від запиту».

Вибір того або іншого способу залежить від змісту вихідної інформації. Підхід «від предметної області», означає опис об'єктів управління й зв'язків між ними безвідносно до потреб користувачів.

У підході «від запиту» основним джерелом інформації про предметну область є запити користувачів.

Перевагою підходу «від предметної області» є його об'єктивність, системне відображення предметної області й, як наслідок, стійкість інформаційної моделі, можливість реалізації більшого числа програмних додатків за рішенням завдань АСУ, у тому числі й заздалегідь незапланованих на створеній інформаційній базі.

Недоліком даного підходу є труднощі відбору інформації при підготовці інформаційного забезпечення.

Функціональний підхід орієнтований на реалізацію поточних запитів управлінського персоналу не завжди враховує перспективи розвитку автоматизованої системи управління. При його використанні можуть виникнути труднощі при об'єднанні поглядів різних користувачів.

Інформаційна система АСУ. Метою інформатизації є реалізація ефективності системи управління підприємством (АСУ), його підсистемами, що включають у себе, оперативні, експлуатаційні, технологічні, економічні, адміністративні й інформаційні служб.

Під *інформаційною системою* розуміється група людей, набір інструкцій і засобів для обробки даних, що забезпечують збір, зберігання, обробку й пошук даних з метою зменшення ступені невизначеності в процесі прийняття рішень.

Вихідною продукцією системи є інформація для ухвалення рішення. У зв'язку із цим інформаційна система є складовою й невід'ємною частиною системи управління підприємством.

Порядок формування інформації визначає підхід до аналізу її складу.

Метод організації інформації в значній мірі визначає порядок її зберігання, реєстрації, відновлення. Чітка організація банків даних дозволяє більш повно обґрунтувати напрямки руху, інтенсивність потоків, закономірності перетворення інформації, методика її запитів і одержання.

Основними видами реалізованих інформаційних систем є:

- фінансова;
- виробнича або оперативна (планування виробництва, закупівля, розподіл);
- ринкова система (планування збуту, контроль кредитів, вивчення ринку);
- кадрова (особисті справи працівників, зайнятість, розміщення кадрів);
- керівництво здійсненням проектів;
- інші системи.

Розподілені системи управління можуть бути централізованими, децентралізованими й багаторівневими.

У *централізованих розподілених системах* локальні підсистеми забезпечують збір інформації, передачу її в центральну підсистему, яка обробляє інформацію й передає для них управляючі впливи.

У *децентралізованих розподілених системах* усі підсистеми рівноправні, збирають і обробляють інформацію на місці.

Багаторівневі розподілені системи управління є ієрархічними (у них підсистеми різняться по рівнях підпорядкованості й управління). На нижньому рівні управління перебувають локальні підсистеми, що з'єднуються з безліччю підсистем більш високого рівня, які, у свою чергу, з'єднані каналами зв'язку з підсистемами ще більш високого рівня. Очевидно, що на різних рівнях можуть використовуватися принципи централізованого або децентралізованого управління.

Для розподілених систем характерним є:

- низька вартість ПЕОМ при високій продуктивності;
- можливість наближення засобів до місць зародження й споживання інформації;
- швидкість доступу до інформації;
- легкість в обробці даних;
- можливість забезпечення високої надійності й вірогідності результатів;
- адаптивність, відкритість, удосконалення системи для з'єднання з іншими системами;
- підвищена гнучкість використання обчислювальних і інформаційних ресурсів;
- підвищення надійності за рахунок апаратної надмірності;
- скорочення витрат, пов'язаних з розробкою й налагодженням програмного й інформаційного забезпечення.

При проектуванні розподілених систем управління вирішуються наступні завдання:

- вибір зони дії локальної підсистеми залежно від ступеня розподіленості об'єктів управління;
- формування функцій розподіленої системи і їх розподіл по підсистемах;
- вибору конфігурації комплексу технічних засобів;
- математичного й імітаційного моделювання розподіленої системи управління разом з виробничим процесом;
- коректування функцій.

Процедура розподілу систем на підсистеми повинна бути виконана за правилами розподілу цілого на частку, з урахуванням надійності й економічності. Збої в підсистемах протягом запрограмованого часу не повинні приводити до збою системи в цілому. Це досягається шляхом створення спеціаль-

них компенсаторів – поштових скриньок і забезпечення локального функціонування підсистем протягом певного часу. Кількість підсистем в основному визначається кількістю функціональних завдань, що розв'язуються системою. Підсистеми повинні мати принцип комунікабельності, а записи вихідної інформації в них повинні проводитися однократно.

Очевидним є те, що з одним сервером неможливо вибудувати інформаційну систему з більшою кількістю клієнтів. Останнім часом наростає тенденція до використання багато-серверних ієрархічних структур. Однорангові мережі й мережі з найпростішим файл-сервером перетворюються в ієрархічні структури «станція-клієнт-сервер додатків». Одночасно з інформаційною архітектурою наростає пропускна здатність мереж. Стандарти 100Vg-anilan, 100Base-T, ATM, FDDI, SMDS дозволяють досягти пропускної здатності, що балансує зі швидкодією локальних серверів.

При цьому інформаційні системи повинні мати такі *функціональні й технологічні характеристики*, як:

- відкритість побудови;
- функціональна надмірність;
- інформаційна надмірність;
- можливість визначення користувачем состава інформації, необхідної для проведення розрахунків;
- конкретність функції системи, яка повинна забезпечувати оперативну форму завдання на розрахунки;
- можливість програми системи, яка повинна забезпечувати втручання в процедуру розрахунків при збоях;
- можливість послідовності технологічних операцій;
- можливість відновлення інформації після збоїв;
- можливість санкціонованого, але простого доступу;
- зручність супроводу;
- мінімізовані вимоги до комплексу технічних засобів.

Програмне забезпечення інформаційної системи повинне відповідати наступним принципам:

- концептуальності єдності системи в цілому, системності підходу в побудові: починаючи з алгоритмів, кінчаючи технологією розрахунків;
- компромісу між простотою обігу, функціональною повнотою й принциповою складністю моделі;
- можливості подальшого розвитку системи, розширення, готовності до модифікації, додавання функцій;
- максимально можливої незалежності компонентів системи;
- універсальності й налагодженості;
- модульності реалізації кожної елементарної функції;
- використання пакетних засобів як складених частин;
- побудови програмних засобів на мовах високого рівня;
- збору вихідних даних і їх обробці;

- виконання розрахунків у реальному масштабі часу на предмет обґрунтування ухвалення рішення з урахуванням зміни обстановки;
- оперативності управління на основі своєчасності розрахунків;
- формування єдиного інформаційного поля відповідно до встановленої класифікації інформації й формалізацією вихідних даних;
- представлення інформації у вигляді, зручному для ухвалення рішення;
- оперативності обміну інформацією між ланками АСУ.

Аналіз інформаційних потоків дозволяє виділити три аспекти класифікації інформації:

- 1) за часом існування – на умовно-постійну й оперативну;
- 2) стосовно системи – на вхідну, вихідну, інформацію зберігання, інформацію зв'язку між компонентами й інформацію зв'язку з іншими системами;
- 3) по функціональному навантаженню – на нормативно-довідкову, планову, звітну, директивну й сигнальну по керуванню виробництвом, інформацію управління системою, сигнальну інформацію про роботу системи.

Для аналізу й техніко-економічного обґрунтування інформаційного забезпечення принципове значення має вибір методів і показників, що характеризують його стан.

Оцінка інформаційного забезпечення проводиться з позиції найбільш повного задоволення потреби управляючої системи й управляючого об'єкта в інформації, які дозволяють розробити, прийняти й організувати виконання оптимальних рішень.

Системний аналіз інформаційного забезпечення, припускаючи його чітку цільову спрямованість і підпорядкованість запитам виробництва й управління, включає два взаємозалежні напрямки: розчленовування інформаційного забезпечення на його складові частини й синтез окремих сторін і елементів інформаційного забезпечення з оцінкою їх відповідності один одному й комплексності всіх включених у нього даних. Розчленовування інформаційного забезпечення створює основу його централізації й спеціалізації, а синтез є гарантією комплексного забезпечення споживачів.

Таким чином, *системний аналіз* дозволяє розглядати інформаційне забезпечення з декількох позицій:

- як один з елементів системи управління, розвиток якого визначається динамікою інших елементів системи;
- з позицій його основних частин, кожна з яких відносно самостійна й має свої закономірності розвитку;
- як динамічну систему, яка, зберігаючи відносну стабільність, перебуває в безперервній зміні, причому швидкість зміни окремих складових елементів різна;
- як діалектичну єдність кількісних змін і якісних стрибків.

Аналіз системи інформаційного забезпечення по напрямках підрозділяється:

- на семантичний (значеннєвий);

- прагматичний (споживчий);
- економічний;
- синтаксичний (структурний);
- технічний (вибір матеріальних носіїв інформації);
- динамічний (у плані руху інформаційних потоків).

Складними завданнями аналізу інформаційного забезпечення є оцінка правильності добору матеріальних носіїв інформації й організація даних в інформаційних масивах (банках даних). Завдання визначаються змістом інформації, наявною технікою її реєстрації, обробки й способу передачі.

Аналіз циркуляції інформації припускає вивчення інтенсивності, прямо-точності, стабільності й цілеспрямованості потоків інформації, можливість їх розгалуження й злиття. Еталоном оцінки руху інформаційних потоків є їхня відповідність зв'язкам, що виникають у матеріальних процесах і процесах поділу праці в управлінні, а також взаємозв'язкам управляючої системи з управляючим об'єктом. У процесі *аналізу потоків інформації* визначається ступінь її збору, обробки й зберігання. Такий аналіз проводиться з метою забезпечення однозначності й однорідності інформації, тотожності її відбиття на різних носіях.

При аналізі інформаційних потоків необхідно розглянути рух інформації з ієрархічних рівнів системи управління й у рамках одного рівня (горизонтальне). Аналіз руху по ієрархічних рівнях виявляє наступність інформації, її ущільнення, усереднення й вихід. Аналіз ступеня наступності інформації дозволяє визначити наскрізні параметри й показники, що проходять через усі рівні управління, і вибрати ті з них, які характерні для одного явища на різних рівнях, тобто з'являється можливість уніфікації інформації. Виводи цього аналізу стають базою для визначення состава інформаційного забезпечення на різних ієрархічних рівнях.

Аналіз ступеня ущільнення інформації характеризує правильність відсі-вання несуттєвих показників і агрегування часток в узагальнюючі, які відби-вають загальні закономірності зміни явищ для передачі на більш високий рівень управління.

Ступінь усереднення інформації припускає аналіз переходу від індиві-дуальних характеристик до усереднених, зокрема – це аналіз компонування груп об'єктів і явищ, що характеризуються одним показником.

Аналіз виходу інформації щонайкраще характеризує її корисність. У цьому випадку розглядаються вихід інформації у вищу організацію (звітно-результативна інформація) і вихід інформації у вигляді параметрів і показни-ків впливу на керований об'єкт. Це, по суті, ступінь активності інформації.

Горизонтальний рух інформації, тобто передача її усередині окремого функціонального підрозділу й між різними підрозділами, проводиться шля-хом зіставлення схеми розробки й прийняття рішень і схем руху інформації, тому що її маршрутизацію визначають процеси розробки рішень (технологія управління).

Такий графічний аналіз дає найбільш повну уявлення про раціональність інформації.

Для оцінки раціональності побудови потоків інформації доцільно використовувати ряд показників:

- прямоточність руху інформації;
- ритмічність;
- спеціалізацію потоків інформації;
- щільність (інтенсивність) інформаційних потоків;
- паралельність руху інформаційних потоків;
- цілеспрямованість, спрямованість і можливість розгалуження й злиття інформаційних потоків.

Прямоточність руху документів досить чітко характеризує правильність їх циркуляції, виявляє не виправданий зворотний рух носіїв інформації.

Ритмічність інформаційних потоків, тобто чітке просування відповідно до графіка, дозволяє виявити своєчасність підготовки й передачі необхідних відомостей споживачам.

Особливе значення має вивчення *спеціалізації окремих інформаційних потоків*, яка відбувається в декількох зрізах: потік інформації для обліку й звітності, для видачі вищій організації, для розробки заходів впливу; потік інформації для прийняття рішень окремих видів (функціональні) і рівнів.

При обґрунтуванні інформаційних потоків необхідно врахувати:

- рух інформації в рамках самого інформаційного забезпечення (від блоку до блоку);
- взаємозв'язок і наступність інформації в технологічних процедурах однієї функціональної підсистеми й між самостійними функціональними підрозділами;
- ієрархічну спрямованість руху інформації;
- спрямованість і види оформлення вихідної інформації.

8.2 Програмно-математичне забезпечення

Класифікація засобів математичного забезпечення. Засобами організації процесів обробки інформації в АСУП є підсистеми частини, які визначають математичне й програмне забезпечення.

Математичне забезпечення АСУ – це сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів для розв'язання завдань обробки інформації із застосуванням обчислювальної техніки.

Програмне забезпечення АСУ – це сукупність програм для реалізації цілей і завдань АСУ, що забезпечують функціонування комплексу її технічних засобів.

Математичне й програмне забезпечення, які тісно зв'язані між собою й представляють окрему самостійну підсистему частини, що забезпечує АСУП. На практиці математичне й програмне забезпечення називають математичним забезпеченням. При цьому під математичним забезпеченням АСУП розумі-

ється сукупність алгоритмів і складених на їхній основі програм рішення завдань АСУП, а також алгоритмів і програм управління процесами рішення завдань.

Математичне забезпечення АСУП (рис. 16) можна розділити на:

- *внутрішнє* (математичне забезпечення ЕОМ, яке забезпечує нормальну високоефективну роботу машини);
- *зовнішнє* (загальносистемне математичне забезпечення) – дозволяє споживачеві вирішувати на машині необхідні завдання обліку, аналізу й управління найбільш простим і зручним образом.



Рисунок 16 – Класифікація засобів математичного забезпечення АСУП

Внутрішнє математичне забезпечення складається з експлуатаційних (тестових і діагностичних) програм, що перевіряють справність устаткування ЕОМ, системи програмування й операційної системи.

Системне програмування призначене для автоматизації процесу програмування завдань і містить транслятори алгоритмічних мов різних рівнів і типів, тобто містить у собі середовище розробки (Visual C, C++) і обслуговуючі програми. Оскільки кожна алгоритмічна мова придатна більшою мірою для певного класу завдань (інформаційних, оптимізації й ін.), то система про-

грамування складається з комплексу мов, які в сукупності вирішують усі типи завдань, що виникають у процесі функціонування АСУ.

Операційна система – це програми, керуючих усіма, що беруть участь у розв’язанні завдань вузлами ЕОМ і зовнішніми пристроями, які забезпечують максимальну продуктивність обчислювальної машини й системи в цілому.

Внутрішнє математичне забезпечення зв’язане зі структурою обчислювальної машини, призначене для реалізації закладених в апаратурі можливостей, характеризуючи продуктивність і ефективність обчислювальної машини або системи.

Зовнішнє математичне забезпечення містить програми типових процесів обробки даних в АСУ (уводу, контроль, сортування, коректування, дублювання, пошук і вивід інформації), програми рішення конкретних завдань АСУП і системну диспетчерську програму.

Зовнішнє математичне забезпечення орієнтоване на класи завдань, які вирішуються, і характеризує ефективність рішення машиною конкретних завдань в АСУ. Ці завдання можна представити відповідно до ієрархічних рівнів системи управління (рис. 17).

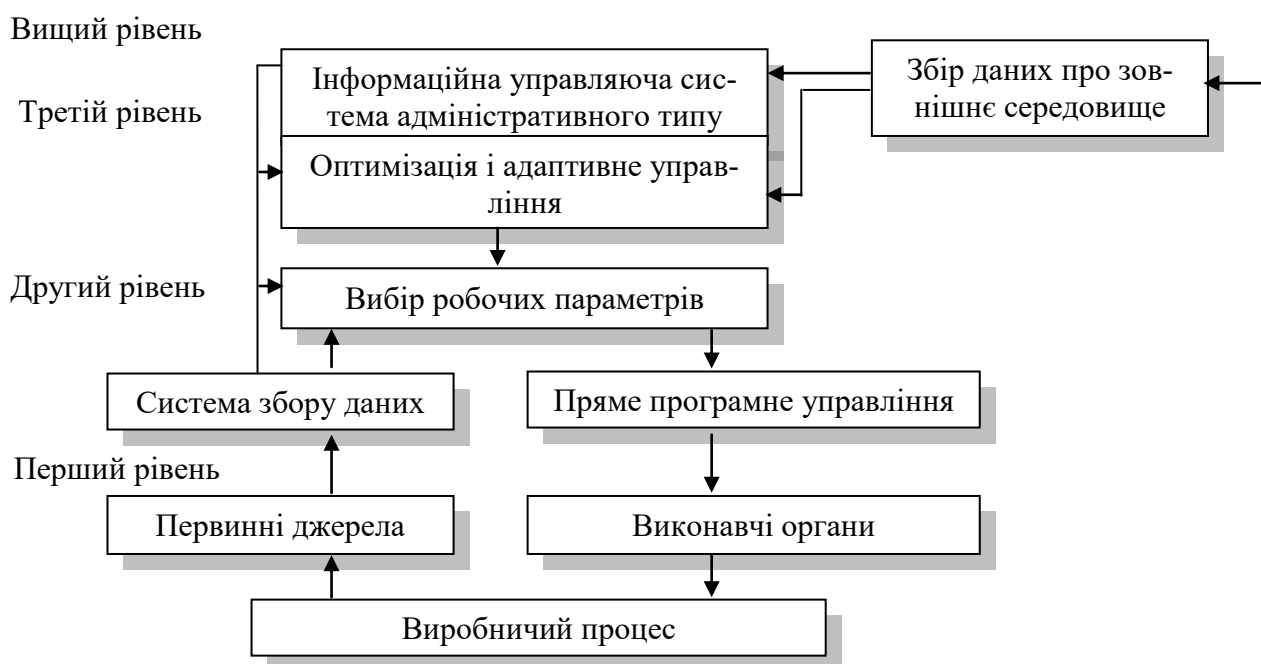


Рисунок 17 – Ієрархія функціональних завдань в АСУП

До *першого рівня* відноситься збір даних про хід виробничого процесу від первинних джерел інформації (датчики, перетворювачі) і використання цих даних (після обробки) для прямого програмного управління виконавчими органами.

Зовнішнє математичне забезпечення на цьому рівні управління містить програми, що забезпечують опитування датчиків і перетворювачів по заданих алгоритмах, а також програми виробітку управляючих впливів на виконавчі

органи. Засоби математичного забезпечення для рішення завдань на цьому рівні ідентичні для однотипних процесів.

На *другому рівні* зовнішнє математичне забезпечення містить програми вибору методів обробки результатів вимірів, що характеризують стан процесу й обчислення необхідних його параметрів. Алгоритми й програми другого рівня більш залежні від конкретного процесу.

На *третьому рівні* вирішуються завдання оптимізації виробничого процесу за заданими критеріями на основі отриманої інформації про хід процесу й стан середовища. Для рішення завдань цього рівня підготовляються бібліотеки стандартних програм оптимального управління (рішення транспортних або інших завдань лінійного й нелінійного програмування, завдань сіткового планування й управління, варіаційних завдань і ін.).

До *вищого рівня* управління відносяться інформаційні управляючі системи адміністративно-організаційного управління від підприємства й вище. На цьому рівні вирішуються завдання перспективного й поточного планування, а також оперативного управління підприємством.

Висновки

Сукупність завдань управління нижчих рівнів, як правило, виділяється в складі АСУ технологічними процесами (АСУ ТП), а вищих рівнів – у складі АСУ організаційного типу – управління виробничими підрозділами, підприємствами.

ЛЕКЦІЯ 9. РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

План

Вступ

1. Промислові мережі.
2. Програмна реалізація систем управління: види програмного забезпечення, SCADA-системи.
3. Поняття відкритості ПЗ: мова *FBD*, мова *SFC*, мова *ST*, мова *IL*.

Висновки

Література

1. Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.
2. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.
3. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.

4. Е.П. Стефани. Основы построения АСУ ТП / Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. - 352 с.

5. Интегрированные системы управления технологическими процессами (+ CD-ROM): В. Г. Харазов – Санкт-Петербург, Профессия, 2009 г. – 592 с.

Вступ

Для організації ефективного управління виробничим процесом всі його етапи повинні бути зв'язані інформаційними мережами. Мережі, що забезпечують інформаційні потоки між датчиками, контролерами і різноманітними виконавчими механізмами, об'єднуються загальною назвою «Промислові мережі» (FieldBus, польова шина).

9.1 Промислові мережі

Fieldbus – це, по-перше, якийсь фізичний спосіб об'єднання пристроїв (наприклад, RS485) і, по-друге, програмно-логічний протокол їх взаємодії.

Зараз на ринку присутні близько 50 Fieldbus-систем.

Системи, що є продуктом тільки одного виробника, працюють по унікальних протоколах, носять назву «Закритих систем» (closed/proprietary systems). Такі системи не забезпечують сумісність приладів від різних виробників.

Вимогам сучасної організації виробництва відповідають «відкриті системи» (open systems), які приведені у відповідність специфічним вимогам всіх виробників. Тільки на основі відкритих систем може бути вирішене завдання інтеграції виробів різних виробників в одну мережу.

Якщо деяка fieldbus-технологія відноситься до відкритих систем, то вона повинна володіти наступними принциповими якостями:

- *включаємiстю* (interconnectivity), тобто можливістю вільного фізичного включення в загальну мережу пристроїв від різних виробників;
- *взаємодією* (interoperability), тобто можливістю побудови працездатної мережі на основі включення компонентів від різних постачальників;
- *взаємозамінністю* (inter-changeability) – з можливістю заміни компонентів аналогічними пристроями від інших виробників.

Fieldbus – це основоположний термін, що визначає деяку цифрову мережу, покликану замінити централізовану аналогову 4-20 мА-технологію, що широко використалася раніше. Така мережа є цифровою, двонаправленою, багатоточковою, послідовною комунікаційною мережею, використовуваною для зв'язку ізольованих один від одного (по функціях) таких пристроїв, як контролери, датчики, силові приводи і т.п.

Кожен field-пристрій володіє *самостійним обчислювальним ресурсом*, що дозволяє відносити його до розряду інтелектуальних (smart fieldbus device).

Кожен такий пристрій здатний *самостійно виконувати ряд функцій по самодіагностиці, контролю і обслуговуванню функцій двонаправленого*

зв'язку. Доступ до нього можливий не тільки з боку інженерної станції, але і з боку аналогічних йому пристроїв

Кожен пристрій може виконувати *функції управління, обслуговування і діагностики*. Зокрема, він може повідомляти про виникаючі помилки і забезпечувати функції самоналагодження. Це істотно збільшує ефективність системи в цілому і знижує витрати з її супроводу.

Залежно від області застосування весь спектр промислових мереж можна розділити на два рівні:

1) Field Level – промислові мережі цього рівня вирішують завдання по управлінню виробництвом, збором і обробкою даних на рівні промислових контролерів;

2) Sensor / actuator Level – завдання мереж цього рівня зводяться до опитування датчиків і управління роботою виконавчих механізмів.

Історично всі промислові мережі є продуктом еволюції порту RS-232, який призначався для підключення на двохпровідному шнурі одного периферійного пристрою до персональної ЕОМ. Його застосування обмежувалося дальністю передачі 15 м, яке вдалося зняти шляхом застосування струмових петель і низьковольтних диференціальних протоколів RS-422. RS-422 забезпечив повнодуплексний режим (поперемінна передача даних в обох напрямках). Проте зв'язок приймачів (10 адрес) забезпечувався одним передавачем.

Наступним кроком стало створення серійного протоколу RS-485, що припускає багатоточкове підключення (32 адреси). Працюючи з СОМ-портом і витою парою, можна вибирати будь-який з підключених пристроїв. Застосовуючи репітери, можна збільшити кількість пристроїв, що адресуються.

Швидкість передачі по лінії помітно падає на максимальних відстанях (1300 м - до 90 Кбод, 200 м - 500 Кбод). В даний час RS-485 в чистому вигляді застосовується для створення мереж збору даних і спілкування з пристроями, для яких не істотні тимчасові параметри (інертні процеси і низькошвидкісні пристрої).

Таблиця 9.1 – Характеристики стандартних фізичних інтерфейсів

Характеристика	RS-232C	ІРПС	RS-422	RS-485
Вид передачі	синхр./асинхр.	асинхр.	синхр./асинхр.	синхр./асинхр.
Середовище передачі	вита пара	чотири провідний зв'язок	2 інф. лінії, 1 лінія заземл.	вита пара/дві виті пари
Завадочутливість	властива двохпровідній передачі		рівень синфазних завад в каналі до 3 В	
Спосіб кодування	12 В	40 мА і 20 мА	12В	
Макс. число приймачів / передавачів на лінії	1/1		1/10	32/32
Макс. довжина лінії (без повторювачів), м	15	500	1300	
Макс. швидкість передачі, Кбод	38,4	6,6	90	90...500

Обмежені швидкісні можливості стандартного COM-порту (115 Кбод) привели до появи нової мережевої ідеології нижнього рівня. У основі фізичного шару (physical layer) практично всіх польових шин лежить протокол RS-485 як електричний зміст середовища передачі, відмінність полягає в зведенні правил руху інформації.

Для *дискретних виробництв* більше підходять асинхронні протоколи обміну. Але тут виникає питання про час відгуку пристрою і режим реального часу. Ще необхідно врахувати пріоритетність запитів від пристроїв.

Для *(циклічних) безперервних виробництв* прийнятнішими виявляються синхронні способи передачі. Оновлення інформації в контролері здійснюється за фіксований проміжок часу для самого видаленого вузла. Цей режим дозволяє працювати на великих швидкостях, але на обмежених відстанях. Синхронізація забезпечується спеціальним MASTER-вузлом з використанням ще однієї диференціальної пари проводів.

MASTER-вузол – це логічний центр будь-якої топології. Ведений вузол (SLAVE) може активізувати середовище передачі тільки по запиту провідного вузла (MASTER). Даний принцип є найбільш поширеним на рівнях контролерів (Field Level) і датчиків (Sensor / actuator Level).

Крім принципу доступу MASTER/SLAVE в деяких мережах реалізований метод CSMA/CD. Тут кожен блок даних містить додатковий ідентифікатор, який є пріоритетом даного повідомлення. Кожен вузол-приймач вибирає призначені для нього повідомлення

Якщо повернутися до питання про вибір того або іншого протоколу зв'язку, то тут однозначної відповіді дати не можна. Вибір повинен ґрунтуватися на специфіці наступних ознак:

- безперервність і дискретність процесу;
- вимога роботи в реальному часі (РЧ);
- розкиданість або зосередженість контрольованих точок;
- мала (до 2-3 десятків) або велика (до декількох сотень) інформаційна щільність;
- ступінь електричної і(або) електромагнітної зашумленості;
- вартість варіанту.

Найбільш поширеними Fieldbus-шинами є: CAN, LON, PROFIBUS, Interbus, WORLDFIP, HART, ASI, ControlNet і ін. Характеристики деяких з них зведені в таблиці 3.1 і додатку А. Порівняльна характеристика промислових мереж приведена в таблиці 9.2.

При виборі комунікаційної технології можна керуватися кількісними параметрами (об'єм корисних даних, що передаються, максимальна довжина шини, допустиме число вузлів на шині, завадостійкість і ін.), цінним критерієм (витрати з розрахунку на один вузол), популярністю, ефективністю рішення задачі, простотою конфігурації і т.д. При цьому поліпшення одного параметра може привести до погіршення іншого.

Таблиця 9.2 – Можливі області застосування FieldBus

Протокол	Неперервний простір	Дискретний простір	Можливість роботи в РЧ	Дальність до 3 км	Дальність вище 3 км	К-сть пристроїв менше 33	К-сть пристроїв більше 33	Робота в зашумл. зонах
BITBUS	+		+	+		+	+	
WORLDFIP	+	+	+	+			+	
CANBUS		+		+		+		+
LonWorks		+	+	+			+	
HART		+		+		+		
ASI		+	+	+			+	+
PROFIBUS-FMS	+	+		+	+		+	
OP	+	+	+	+	+		+	
PA	+	+		+	+		+	+
INTERBUS-S	+				+		+	

9.2 Програмна реалізація систем управління

Види програмного забезпечення

При рішенні задач реалізації (побудови) системи управління (СУ) зазвичай використовуються спеціалізовані програмні пакети, які достатньо умовно можна розбити на підмножини:

CASE-засоби (Computer Aided Software Engineering), призначені для програмування завдань, що реалізуються підсистемами нижнього рівня АСУТП на промислових мікроконтролерах (ремиконтах);

ОСРЧ – операційні системи реального часу: pSOS, VRTX, LYNXOS, VxWorks, QNX, OS9 і ін.;

SCADA-системи (Supervisory Control And Data Acquisition), які призначені для автоматизованої конфігурації АСУТП з таких елементів, як мікроконтролери, комп'ютери, технологічні станції і т.д. і програмування завдань, віднесених до SCADA – рівня;

ІТК – програмно-технічні комплекси:

- Spectrum (Foxboro, США);
- Intelligent Automation Series (Foxboro, США);
- Centum, Yew Series (Yokogawa, Японія);
- СКАТ (Росія);

ЕСРЧ – експертні систем реального часу, до яких належать:

- G2 (фірма Gensym);
- RTWorks (Talarian, США);
- COMDALE/C (Comdale Tech., Канада);
- COGSYS (SC, США);
- ILOG Rules (ILOG, Франція);

СУБД – системи управління базами даних.

MRP-системи (MRP – Material Requirements Planning) – автоматизоване планування потреби в сировині та матеріалах для виробництва;

MRP II (Manufacturing Resource Planning) – планування ресурсів підприємства;

ERP-системи (ERP – Enterprise Resource Planning – планування/управління ресурсами підприємства з погляду бізнесу);

EAM-системи (EAM - Enterprise Asset Management - управління основними фондами і майном).

SCADA-системи

Середній рівень (рівень управління за показниками якості продуктів і ефективності виробництва) може бути реалізований з використанням *SCADA*-систем вітчизняних і зарубіжних виробників, наприклад:

- Trace Mode (AdAstra, Росія);
- GENIE (Advantech, Тайвань);
- Genesys (Iconics, США);
- Real Flex (BJ, США);
- FIX (Intellution, США);
- Factory Suite, InTouch (Wanderware, США);
- Citect (CiTechnologies, США) і ін.

Перераховані вище програмні продукти призначені для використання на діючих технологічних установках в реальному часі і, отже, вимагають використання комп'ютерної техніки промислового виконання, що відповідає найбільш жорстким вимогам в сенсі надійності, вартості і безпеки.

До SCADA-систем пред'являються особливі вимоги:

- відповідність нормативам «реального часу» (в т.ч. і «жорсткого реального часу»);
- здатність адаптуватися як до змін параметрів середовища в темпі з цими
- змінами, так і до умов роботи інформаційно-управляючого комплексу;
- здатність працювати протягом всього гарантійного терміну без обслуговування
- (безперебійна робота роками);
- установка у віддалених і важкодоступних місцях (як географічно - малообжиті райони, так і технологічно – колодязі, естакади).

Основні можливості SCADA-систем:

- збір первинної інформації від пристроїв нижнього рівня;
- архівація 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 і ін.), передача дій, що управляють, на об'єкт;

- документування як технологічного процесу, так і процесу управління (створення звітів), видача на друк графіків, таблиць, результатів обчислень і др.;
- мережеві функції (LAN, SQL);
- захист від несанкціонованого доступу в систему;
- обмін інформацією з іншими програмами (наприклад, Outlook, Word і ін. через DDE, OLE і т.д.).

Поняття відкритості ПЗ

Відкритість: апаратна і програмна.

Апаратна відкритість – підтримка або можливість роботи з устаткуванням сторонніх виробників.

Сучасна SCADA не обмежує вибору апаратури нижнього рівня, оскільки надає великий вибір драйверів або серверів введення/виводу.

Програмна відкритість – для програмної системи визначені і відкриті використовувані формати даних і процедурний інтерфейс, що дозволяє підключити до неї зовнішні, незалежно працюючі компоненти, зокрема розроблені окремо програмні і апаратні модулі сторонніх виробників.

Для під'єднання драйверів введення/виводу до SCADA використовуються два механізми:

- стандартний динамічний обмін даними (DDE – Dynamic Data Exchange і ін.)
- по внутрішньому протоколу, відомому тільки фірмі-розробникові.

У більшості SCADA використовується DDE, проте із-за обмежень по продуктивності і надійності він не зовсім придатний для реального часу. Замість нього Microsoft запропонувала ефективніший засіб: OLE (Object Linking and Embedding – включення і вбудовування об'єктів).

На базі OLE з'явився новий стандарт OPC (OLE for Process Control), орієнтований на ринок промислової автоматизації. Новий стандарт дозволяє, по-перше, об'єднувати на рівні об'єктів різні системи управління і контролю, по-друге, усуває необхідність використання різного нестандартного устаткування і відповідних комунікаційних програмних драйверів.

Варіанти обміну SCADA-систем з додатками й фізичними пристроями через OPC приведені на рис.18.

Типова послідовність дій при програмуванні SCADA-системи:

1) формування статичного зображення робочого вікна: фон, заголовки, мнемосхема процесу і т.д.

2) формування динамічних об'єктів кожного вікна. Як правило, динамічні об'єкти створюються за допомогою спеціалізованого графічного редактора самого SCADA-пакету по жорстко заданому алгоритму або на основі набору бібліотечних елементів з подальшим привласненням параметрів (наприклад, рукоятка на екрані).

3) опис алгоритмів відображення, управління, архівації, документування. Для цього є відповідні вбудовані мови програмування.

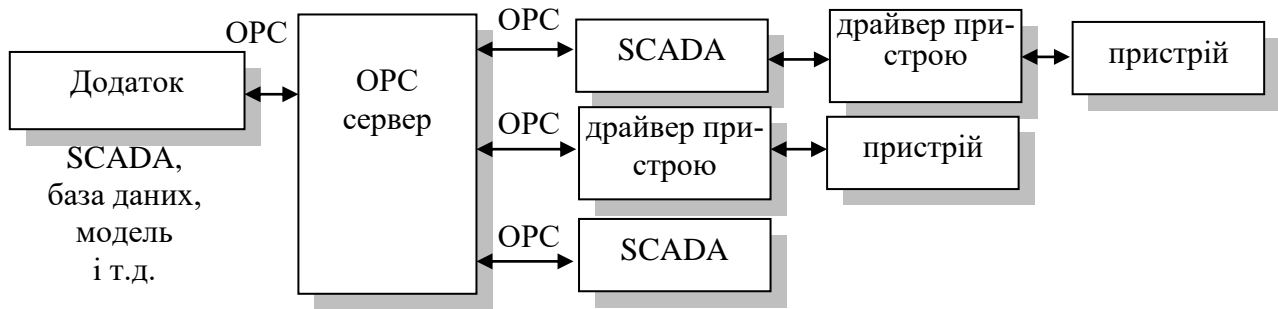


Рисунок 18 – Варіанти обміну SCADA-систем

Для програмування контролерів і SCADA-систем стандартизовано 5 мов програмування (IEC 1131-3):

SFC – Sequential Function Diagrams – послідовності функцій, блок-схеми;

FBD – Functional Block Diagrams – мова функціональних блоків;

LD – Ladder Diagrams – мова релейних схем;

ST – Structured Text – мова, схожа на Pascal;

IL – Instruction List – мова мнемонік, асемблер.

Важливо відзначити, що використання даного стандарту повністю відповідає концепції відкритих систем, а саме, робить програму для контролера незалежною від конкретного устаткування – ні від типу процесора, ні від операційної системи, ні від плат введення/виводу. В даний час програми багатьох фірм підтримують цей стандарт.

Мова *FBD*

Є графічною мовою функціональних блоків (ФБ). Програма для контролера представляється у вигляді набору функціональних блоків, сполучених дугами, що імітують входні, вихідні і проміжні змінні (рис. 19).

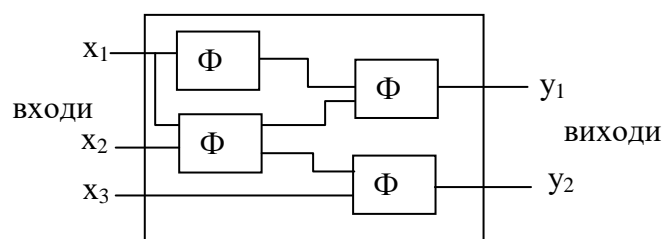


Рисунок 19 – Програма для контролера

Як входи можуть бути будь-які константи і змінні. Входи конфігуруються (з'єднуються) з виходами і повинні співпадати з ними за типом.

Стандартна бібліотека ФБ:

- привласнення змінних;
- логічні операції (AND, OR, NOT, XOR і т.д.);
- арифметичні дії;
- порівняння;

- операції перетворення форматів;
- доступ до системних параметрів (скидання лічильника, зміна параметрів таймера і ін.);
- тригонометричні функції;
- алгоритми управління (реле, ПІД-закон) і ін.

Приклад реалізації логічної функції $y = (x_1 \text{ AND NOT } x_2) \text{ OR } x_3$ зображений на рис. 20.

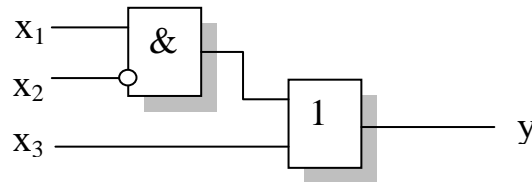


Рисунок 20 – Реалізації логічної функції $y = (x_1 \text{ AND NOT } x_2) \text{ OR } x_3$

Мова LD

Є мовою релейних схем, стандартним графічним варіантом класу мов релейно-контактних схем.

Логічні вирази описуються у вигляді реле. Зважаючи на свої обмежені можливості мова доповнена таймерами, лічильниками і т.д. (Рис. 21).

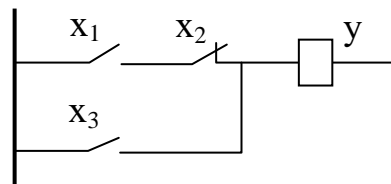


Рисунок 21

Мова SFC

Відноситься також до графічних мов програмування і використовується для опису алгоритмів у вигляді функціональних карт. Мова була розроблена в кінці 1970-х років у Франції і пізніше стала основою для розробки міжнародного стандарту IEC 848 «Підготовка функціональних карт для керуючих систем».

Функціональні карти описують послідовності, що управляють, за допомогою наперед визначених правил для керуючих дій, які необхідно провести в певній послідовності, а також деталей виконання кожного кроку. Карти складаються з наборів зв'язаних пар «крок – умова виконання кроку». Перехід є набором операцій над змінними. «Перехід – набір» логічних умовних виразів, що визначає передачу управління наступній парі «крок – перехід». Кроки і переходи обов'язково чергуються.

Функціональна карта розділена на дві частини:

1) *порядкова частина* (sequence part) – описує послідовність головних керуючих кроків (ліва сторона), але не містить виконуваних дій;

2) *управляюча частина* (control part) – описує виконувані дії (блоки праворуч від кроків).

Кожна дія повинна бути пов'язана з яким-небудь кроком і може бути описана принциповою схемою, логічним ланцюгом або булевим виразом. Мова SFC не має засобів для опису кроків, тому вони виражаються засобами інших мов стандарту.

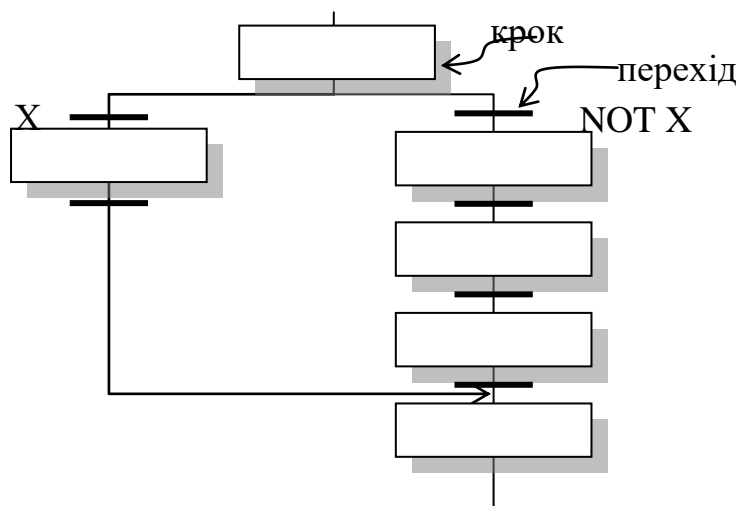


Рисунок 22

Порядкова частина функціональної карти відповідно до стандарту IEC 848 складається із стовпця пронумерованих блоків, що зображають одиночні кроки. Вертикальна лінія, що сполучає кожен блок з подальшим, зображає активні з'єднання (прямі зв'язки). Кожен перехід від кроку до кроку пов'язаний з логічною умовою, так званою умовою переходу (transition condition). Булевий вираз для умови переходу записано поряд з горизонтальною межею. Якщо умова задоволена, тобто відповідний вираз істинний, то відбувається перехід і система виконує наступний крок.

Мова ST

Текстова мова високого рівня, по синтаксису орієнтована на Pascal. Мо-ва надає булеві і арифметичні оператори, а також конструкції структурного програмування:

IF . THEN . ELSE
CASE .
WHILE . DO
REPEAT . UNTIL і т.д.

Мова IL

Текстова мова низького рівня. Виглядає як мова Асемблера, але до архітектури конкретного процесора не прив'язаний.

Мови IEC 1131-3 містять багатий набір стандартних функцій:

- булеві;
- числові (ADD, SUB, MOD, ABS, SQRT, LN, LOG, EXP, SIN, COS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN і т.д.);

- перетворення типів;
- порівняння (INSERT, DELETE, REPLACE, FIND та інші);
- а також функції, визначені виробником і користувачем.

Функціональні блоки:

- синхронізації станів;
- диференціювання переднього і заднього фронтів (R.TRIG, F.TRIG);
- лічильники (TP, TON, TOF, RTC);
- і ін. функціональні блоки, зокрема визначувані користувачем.

Типи даних:

- бітові рядки (BOOL, TYPE, WORD, DWORD, LWORD);
- цілі (INT, SINT, DINT, LINT);
- беззнакові цілі (USINT, IDINT .);
- дійсні (REAL, LREAL);
- часові (TIME, DATE, TIME OF DAY, DATE OF TIME);
- рядки символів (STRING).

Є можливість задавати також масиви, структури і т.д.

Одна і та ж програма для PLC може бути написана на різних мовах, а також на суміші мов. Наприклад, одні функціональні блоки на FBD описуються за допомогою LD, інші – на ST, FBD і т.д.

Усі мови підтримуються відповідним ПЗ, найбільш поширеним з яких є ISaGRAF фірми CJ International. Цей програмний продукт представлений у вигляді двох частин: набору засобів розробки і виконуваного на цільовому PLC ядра-інтерпретатора. Набір засобів розробки виконується на комп'ютері проектувальника і складається з редактора, відладчика і препроцесора (готує описаний алгоритм управління до вигляду, зрозумілого інтерпретатором).

Цей набір дозволяє тестувати алгоритм в режимі емуляції і отримувати лістинг алгоритму на мові його опису.

Після створення й налагодження, призначена для користувача програма завантажується в пам'ять PLC для виконання. У PLC ядро-інтерпретатор транслює призначений для користувача алгоритм.

Перевага даної технології розробки програм: машинно-залежним є ядро, а не програма, що дозволяє створювати програми різних PLC, переходити з одного PLC на інший без переналагодження. Недолік: більш повільне виконання програми.

Висновки

Сукупність взаємопов'язаних процесів, у результаті яких вихідна сировина або матеріали перетворюються в той чи інший вид готової продукції, прийнято називати виробничим процесом. Основою цієї сукупності є технологічний процес (ТП). Характеристики і особливості основних ТП підприємств хімії визначають не тільки організацію відповідних виробничих процесів, а також специфіку підприємства в цілому.

Підп. до друк 15. Формат 60x84 1/16.
Папір 80г/м² Друк ризограф. Умовн.-друк. арк.6,1.
Тираж прим. Вид. № 05/15. Зам. № /14.

Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94.