

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

В.Г.Трегуб

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

конспект лекцій для студентів спеціальності 7.092501 –
„Автоматизоване управління технологічними процесами”
заочної форми навчання

Схвалено
на засіданні кафедри автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій
Протокол № 8 від 31.01.2007 р.

Київ НУХТ 2007

Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Курс лекцій для студентів спеціальності 7.092501 – „Автоматизоване управління технологічними процесами” заочн. форми навчання – К.: НУХТ, 2007. – 42 с.

Рецензент Б.Н. Гончаренко, д-р техн. наук

В.Г. Трегуб, д-р техн. наук

© В.Г. Трегуб, 2007

© НУХТ, 2007

ВСТУПНА ТЕМА

Три рівня узагальнення при проектуванні систем автоматизації. Монтажні схеми та креслення, їх призначення та особливості виконання.

Даний предмет є фактично розширеним продовженням предмета “Основи проектування систем автоматизації”(ОПСА), що вивчався в 8-му семестрі. В проектній документації з систем автоматизації виділяють три рівня узагальнення:

- * рівень функціональних і структурних схем, до якого відноситься і схема автоматизації;
- * рівень принципів схем;
- * рівень робочих креслень і схем, за якими безпосередньо виконуються монтажні та налагоджувальні роботи.

У дисципліні ОПСА, яку вивчалась у 8-му семестрі, основна увага приділялась першому та другому рівням, в ПСА - розробці документації 3-го рівня. При цьому треба враховувати, документація 3-го рівня узагальнення розроблюється на базі документації перших двох рівнів

В той же час відповідно до стандарту у склад *робочих креслень* входять:

1/ загальні дані по робочим кресленням;

2/ схеми автоматизації;

3/ принципові (електричні, пневматичні та гідрав-лічні) схеми керування, сигналізації та живлення;

4/ схеми (таблиці) з'єднань та підключень зовнішніх проводок;

5/ креслення розташування проводок і устаткування;

6/ креслення установки засобів автоматизації.

Додатково до робочих креслень складають:

таблиці початкових даних та результати розрахунку систем управління;

таблиці початкових даних та результати розрахунку регулюючих органів (РО);

перелік закладних частин для встановлення первинних перетворювачів та РО.

Документація на щити і пульти, включаючи креслення їх загального вигляду та таблиці з'єднань та підключень, розробляється окремо і оформлюється у вигляді завдання на виготовлення щитів і пультів.

Тема 1. ПРОЕКТУВАННЯ ПУНКТИВ УПРАВЛІННЯ

Загальна характеристика пунктів керування. Локальні, операорські і центральні пункти керування (ПУ). Щитові і безщитові ПУ. Послідовність проектування ПУ. Щитові конструкції та їх вибір. Щити панельні та шафові. Пульти. Допоміжні елементи та стативи. Столи. Мозаїчні щити. Вибір типу і конструкції. Вибір габаритів щитових конструкцій. Розміщення засобів автоматизації на щитових конструкціях та проектування внутрішніх проводок. Розміщення приладів і апаратури на фасаді щитів і пультів. Розміщення при-

ладів і апаратури усередині щитів та захисовому просторі. Визначення кількості і місця розташування електроклем і трубних з'єднувачів. Вибір електричної і трубної проводок і основних їх напрямків. Розміщення щитових конструкцій та виконання завдань на виготовлення щитів і пультів. Розміщення щитів і пультів у спеціальних та виробничих приміщеннях. Зміст завдання га одиночні і складені щити. Способи виконання монтажних схем. Особливості проектування пунктів керування з контролерами. Пункти керування з контролерами малої, середньої та великої канальності. Коротка характеристика документації для замовлення контролерів.

1. Загальна характеристика пунктів керування. Пункти керування (ПУ) у системах автоматизації – це спеціально обладнані приміщення чи майданчики, які оснащено засобами подання інформації і органами керування. За призначенням ПК поділяють локальні, операторські й диспетчерські.

Локальні ПУ (ЛПУ) призначені, у більшості, для керування окремими механізмами, агрегатами і обслуговуються апаратниками або обхідниками. (Не треба путати з місцевими ПУ, на яких розташовують місцеві прилада).

Операторські ПУ (ОПУ) організують на дільницях, відділеннях, цехах і обслуговуються операторами, в якості яких можуть бути змінні майстри.

Диспетчерські ПУ призначені для управління виробництвом у цілому.

В залежності від особливостей апаратного оснащення ПУ поділяють на щитові, безщитові і комбіновані. Загальна тенденція апаратного оснащення – це перехід від щитових до безщитових ПУ. До щитових, традиційних ПУ відносяться ПУ з приладами, командоапаратами та мнемосхемами, розташованими на фасадному боці щита чи пульта. У безщитових ПУ засобами подання інформації є дисплеї, друкуючі обладнання та екранні мнемосхеми, а безпосередньо управління ТОК здійснюється за допомогою команд, які вводять з клавіатури дисплею. Комбіновані ПУ мають риси, характерні як для щитових, так і для безщитових ПУ.

Назва безщитові ПУ умовна, тому що і на цих ПУ застосовують щитові конструкції: щити, пульти, допоміжні елементи, стативи і столи, але на цих ПК щити і пульти не використовують для розміщення апаратури для подання інформації і командоапаратів. Щитові конструкції на цих ПУ використовують для розміщення допоміжної неоперативної апаратури, наприклад, апаратури живлення, перетворювачів і т.і. Інтенсивне впровадження мікро-процесорних систем автоматизації з використанням комп'ютерів призвело до значного поширення безщитових та комбінованих ПУ, тому щитові ПУ використовуються зараз в основному для місцевих ПУ. Безщитові ПК відрізняються від щитових способом подання інформації. Якщо в щитових ПУ інформація подається з допомогою приладів та різних сигналізаторів, то в безщитових – з допомогою дисплейних трендів та мнемосхем.

Проектування щитових ПУ виконують у такій послідовності:

- 1) вибирають щитові конструкції;
- 2) розташовують на фасадному боці щита і пульта прилади і апаратуру;

- 3) прилади, апаратуру комутаційні затискачі і трубні з'єднувачі розміщують всередині щита або у захитовому прсоторі;
- 4) вибирають електричну і трубні проводки і основні їх напрямки;
- 5) розташовують щити і пульти у спеціальному або виробничому приміщенні;
- 6) оформляють завдання на виготовлення щитів і пультів.

Проектування безщитових ПК відрізняється від проектування щитових ПК, тим що в цьоу випадку проектується не тільки технічне, але й інформаційне забезпечення (ІЗ) з допомогою попередньо вибраного програмного забезпечення. Основним елементами ІЗ безщитових ПУ є дисплейні *мнемосхеми та тренди* – вікна для перегляду предісторії розвитку технологічного процесу та інші дисплейні графічні побудови. Зараз існують кілька десятків пакетів програм, що дозволяють створити перелічені вище дисплейні графічні побудови. Деякі з них є і програмному забезпеченні нашої кафедри. Принципи побудови і використання цих програм викладені в дисципліні «Людинно-машинні інтерфейси» (9-ий семестр).

Проектування ж технічного забезпечення безщитових ПУ відрізняється від такої ж операції для щитових ПУ тільки тим, що наведеному переліку послідовних дій не потрібно виконувати п.2 – розташовувати на фасадному боці щита або пульта прилади і апаратуру.

2.Щитові конструкції. До щитових конструкцій відносяться щити, пульти, допоміжні елементи й стативи та столи. За конструктивним оформленням щити розподіляють на дві групи: *щити панельні і щити шафові*. Останні можуть бути повно – і малогабаритними. Щити панельні ЩПК призначені для установлення у спеціальних приміщеннях (диспетчерських і операторських), шафові ЩШ – для установлення у виробничих приміщеннях. І панельні і шафові щити можуть бути одиночними, що мають одну, дві або три секції, та складеними, що складаються з кількох одиночних. В залежності від кількості фасадних панелей односекційного щита відрізняють виконання І (дві панелі) і виконання ІІ (три панелі).

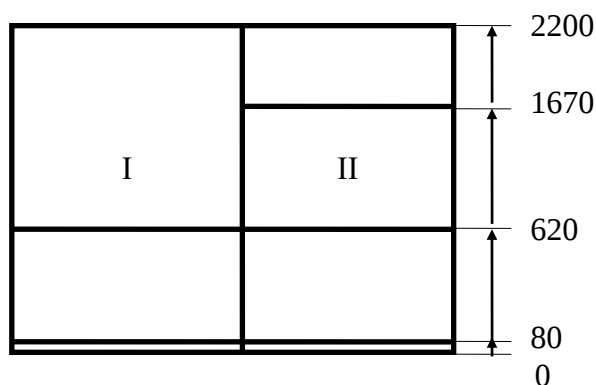


Рис.1

Пульти використовують як пристрої для розміщення апаратури керування і сигналізації в щитових і виробничих приміщеннях. Пульти можна розглядати як підняту на висоту 900мм і похило установлену цокольную частину щита.

Існують дві групи пультів: пульти П і пульти з нахиленою приладовою приставкою ПНП. На пульті типу ПНП стільниця призначена для установлення командоапаратів, приладова приставка – приладів. Пульти ПНП1 мають більшу на 250 мм глибину приладової приставки і призначені для установлення ВТО-ринних приладів глибиною до 600мм.

До допоміжних елементів відносяться панелі допоміжні і кутові вставки, а також декоративні панелі, які в основному призначені для щитів диспетчерських і операторських пунктів. Допоміжні панелі призначені для оформлення багатосекційних панельних щитів з каркасом у щитових приміщеннях та відокремлення простору оператора від простору обслуговування. Декоративні панелі призначені для декоративного оформлення верхньої частини панельних щитів з каркасом, а також для монтажу елементів мнемосхеми. Кутові вставки призначені для з'єднання двох суміжних щитів або пультів, установлюваних під кутом один до другого. Статив – це стояк з уніфікованим об'ємним або плоским каркасом для установлення за щитом (у просторі обслуговування) апаратури.

3.Вибір типу і конструкції щита у першу чергу визначається місцем його установлення та співвідношенням між моторним і сенсорним полями. Під моторним полем розуміють поле на фасадному боці щита або пульта, де установлено командоапарати. Сенсорне поле – це поле установки інформаційної апаратури. При цьому треба враховувати, що шафові щити призначені для безпосереднього установлення у виробничих приміщеннях, за винятком *вогких* (відносна вологість довгочасно перевищує 75%), *особливо вогких* (відносна вологість близько 100%), *жарких* (температура довгочасно більше 30°), *запиленних* приміщень (пил проникає в середину приладів і апаратів) і приміщень з *хімічно активним середовищем* (є пар або відкладення, які руйнують ізоляцію і струмоведучі частини), *вибухонебезпечних* і *пожежонебезпечних*.

У приміщеннях з помірно запиленою атмосферою застосовують шафові щити з ущільненням і піддувом повітря з надлишковим тиском 250 Па, які можна установлювати у виробничих приміщеннях за умов застосування приладів у пилонепроникному виконанні. У приміщеннях з хімічно активним середовищем або дуже запиленою атмосферою у разі, коли не можливо винести щити (пульти) у спеціальні приміщення, рекомендується їх установлення у закритих зашкляених будках з піддувом чистим повітрям при тиску 250 Па. Застосування пультів залежить від співвідношення між моторним та сенсорним полями:

при великих моторному і сенсорному полях використовують щити з пультами, причому у виробничому приміщенні використовують, як правило, приставні пульти;

при великому моторному малому сенсорному (чи його відсутності) полях - пульти з похилою приладовою приставкою або пульти;

при великому сенсорному та малому моторному (чи його відсутності) полях – щити.

Основним габаритом *за висотою* є розмір 2200 мм. При виборі *ширини* щитів (або окремих секцій збірних щитів) прагнуть, щоб кожна із секцій відповідала певній технологічній ділянці. *Глибину* шафових щитів враховуючи вимоги до розмірів внутрішньощитової площини обслуговування. Лише щити, у яких відстань від дверей до протилежної стінки менша чи дорівнює за 600 мм, вважають такими, що обслуговуються з зовні і тому вимоги до внутрішньої площі обслуговування на них не поширюються. Решта конструкцій шафових щитів вважаються такими, що обслуговуються з середини, і тому при їх виборі слід ураховувати вимоги до розміру просвіту між апаратами, розташованими на протилежних стінках проходу: не менш 800 мм. – без відкритих струмоведучих елементів, не менш 1000 мм. – відкриті струмоведучі елементи з одного боку, не менш 1500 мм – відкриті струмоведучі елементи з двох боків.

З огляду на викладені вище вимоги, щити з задніми дверима глибиною 800 мм не рекомендується застосовувати при установленні в середині щитів приладів і електричних апаратів з відкритими струмоведучими частинами.

4. Розміщення приладів і апаратури на щитах. На фасадному боці щитів і пультів установлюють тільки апаратуру контролю і управління, *необхідну оператору* для керування процесом. Якщо у проекті не передбачено пульт, то усю цю апаратуру установлюють на щиті. При наявності пультів на них розташовують: перемикачі до вимірювальних приладів; апаратуру керування та сигналізації оперативного призначення; мнемосхеми (можна розміщати на щитах і декоративних панелях); прилади контролю за викликом; електро-вимірювальні прилади, у тому числі й показники положення на приладових приставках. Розташування на щитах і пультах приладів контролю і органів керування повинно забезпечити оператору найліпші умови сприйняття інформації і маніпулювання органами керування, а також відповідати існуючим ергономічним принципам.

На тильному боці фасадних (лицьових) панелей щитів установлюють допоміжну апаратуру, клемні збірки, повітряні колектори і прокладають внутрішні з'єднувальні електричні і трубні лінії, які складають комутаційну систему щита. Бічні стінки шафових щитів також використовують для установлення додаткової допоміжної апаратури і прокладання з'єднувальних ліній. При установленні відкритих панельних щитів частина допоміжної апаратури може бути установлена за щитом на спеціальних конструкціях (наприклад, стативах), і поворотних рамок.

5. Проектування внутрішньощитової проводки. Більша частина внутрішньощитової електричної проводки з'єднує прилади і апарати в межах одиночного щита з збірками електроклем, які використовують для рознімного з'єднання цієї проводки із зовнішньою електричною проводкою. Електроклеми встановлюють також біля приладів, які мають гнучкі виводи. Електричні зв'язки між приладами і апаратами розташованими в межах одиночного щита звичайно виконують безпосередньо між клемами цих елементів без переходу через збірки електроклем. На збірки електроклем також на заводять (1) термоеле-

ктродні проводи та кабелі, (2) екрановані кабелі, (3) увідний кабель або провід для живлення чи освітлення щита. Для електропроводки в щитах використовують, в основному провід марки ПВ, причому гнучкий провід (ПВ2, ПВ3 та ПВ;) застосовують для комутації апаратури зі штепсельним рознімами і при установленні апаратури на рухомих конструкціях (дверцятах, кришках і т. і.).

Якщо до панелі щита і пульта підходять труби, то крім збірки комутаційних електроклем у щиті або пульті установлюють збірку з трубних з'єднувачів (для пневматичних ліній – пневмоклемник), у склад якого входять кронштейн для з'єднувачів і самі з'єднувачі.

6. Розміщення щитів і пультів. Щити і пульти розміщують на пунктах керування, які можуть бути розташовані як у виробничому, так і в спеціальному приміщенні. В першому випадку вибирають місце розташування ПУ, в другому вирішуються не тільки компоновочні питання, але й задачі архітектурного, кліматичного, технічного і психологічного забезпечення.

7. Виконання завдань на виготовлення щитів і пультів. Завдання на виготовлення щитів і пультів повинне містити всю документацію, необхідну для виготовлення щитів і пультів. Основними елементами цієї документації є креслення виглядів на фронтальну і внутрішні площини – щита із замовною специфікацією на нього і схеми або таблиці для монтажу електричних проводок. При цьому креслення загальних виглядів щитів розробляють на одиночні (вони можуть бути одно-, дво- або трисекційними) і складені (виконуються із декількох одиничних щитів і допоміжних елементів). Монтажні схеми щитів і пультів можуть бути виконані одним з трьох способів: *графічним*, *адресним* або *табличним*. Зараз монтажні схеми електропроводок виконуються табличним, а трубних проводок – графічним способами.

8. Особливості проектування ПУ з МПК. Розглянемо спочатку проектування ПК з *контролерами малої каналності* на прикладі застосування Р-130. Місцевий пункт управління, реалізований за допомогою Р-130, організують безпосередньо у виробничому приміщенні з установленням блоків контролерів БК на фасадному боці або в середині щита. Якщо фасадна панель БК використовується оператором для керування процесом, то блок БК у приладовому виконанні встановлюють на фасаді щита. Якщо ні, то блок БК в настінному (навісному) виконанні встановлюють в середині цього щита, або в окремому щиті перетворювачів і живлення. Там же монтують і допоміжні блоки, що пристосовані для навісного монтажу: блок живлення БП; підсилювач для термопар БУТ; підсилювач для термометрів опору БУС; підсилювач потужності БУМ; блок перемикачів БПР; блок шлюзу БШ.

Проектування ПУ з використанням *контролерів середньої та великої каналності* (СВК) розглянемо на прикладі реміконтів та ломіконтів. Для ПУ з такими контролерами необхідне за вимогами заводу-виготовлювача спеціальне закрите і вибухобезпечне приміщення площею 20-25 м² при температурі нав-колишнього середовища – 0 – 40° С для реміконтів і – 0 – 50°С для ломіконтів та відносній вологості повітря – не більше 80%. У такому

приміщені встановлюють пульти з приладовими приставками (в щитових та комбінованих ПУ при наявності вторинних приладів та командоапаратів), столи для пульта ломіконтів і дисплею (при їх наявності), щитові конструкції заводів-виготовлювачів МПК для встановлення модулів цих контролерів і щити живлення і перетворювачів.

Щитові конструкції заводів-виготовлювачів можуть бути виготовлені у вигляді:

шафи напільної з передніми і задніми дверима і чотирма каркасами з модулями; блоками живлення БПС-5; батареями сухих елементів БСЭл, 12 вентиляторів ВН-2, панелями клемних колодок (ПКК) для кожного каркасу, клемно-модульні і міжмодульні з'єднувачі;

шафи настінної з передніми дверима і одним каркасом з приналежними до нього модулями і іншими елементами, а також трьома вентиляторів ВН-2;

приладового кожуха розміром з одним каркасом і чотирма вентиляторів ВН-2;

каркаса без щита або кожуха.

Вибір конструктивного виконання роблять таким чином. Якщо кількість необхідних каркасів, установлюваних в одному місці не більша 1-2, то вибирають *приладове* або *настінне* шафове виконання. При цьому приладове Виконання застосовують, якщо за умовами розміщення лицьові панелі модулів мають бути відкритими для огляду. Якщо в одному місці встановлюють більше 1-2 каркасів, то використовують шафове *напільне* виконання, причому в одній шафі доцільно розміщати контролери, які використовують загальні сигнали датчиків. *Каркасне* виконання застосовують у тому разі, коли існуюче шафове виконання необхідно доповнити ще одним каркасом, або коли реміконт (ломіконт) вбудовують у інше устаткування.

9. Документації на замовлення МПК. Документація для замовлення МПК звичайно містить два види документів: специфікації та схеми або таблиці розташування модулів та їх з'єднань. Останні документи виконуються, в основному, для контролерів, які мають не блочну, а модульну побудову, наприклад, ломіконтів та реміконтів середньої та великої каналності. Для контролерів, що мають блочну структуру, розташування і з'єднання блоків наводиться в завданнях на виготовлення щитів.

У склад документації на замовлення реміконтів середньої та великої каналності крім специфікації, входить ряд документів, що визначають розташування модулів і їх з'єднання. До них відносяться: схема і таблиця розташування модулів у каркасі; схема розташування клемних колодок на ПКК; таблиці клемно-модульних і міжмодульних з'єднань.

Таку ж інформацію містить і документація на замовлення ломіконтів, однак в цьому випадку виконується лише одна таблиця розташування і з'єднання модулів, з допомогою якої можна розташувати модулі у каркасі, клемні колодки на ПКК і з'єднати їх між собою.

Література для самостійної роботи: [11] С.93 – 120; [6] С.145 – 229; [2] С. 116 – 145, 181 – 198, 273 – 288; [9] С. 278 – 319, 261 – 389; [4]; [8]; [13].

Контрольні питання

1. Який склад щитових ПУ ? Коли їх застосовують ? Яка послідовність їх проектування ?
2. Який склад безщитових ПУ ? Коли їх застосовують ? Яка послідовність їх проектування ?
3. Шафові щитові конструкції, їх типи, розміри, призначення.
4. Панельні щитові конструкції, їх типи, розміри, призначення.
5. Пульти, їх типи, розміри, призначення.
6. Які додаткові щитові конструкції використовуються для компонування складених багато секційних щитів та пультів у спеціальних приміщеннях ? Наведіть їх типи, розміри, призначення.
7. Які додаткові щитові конструкції використовуються для компонування складених багато секційних щитів та пультів у виробничих приміщеннях ? Наведіть їх типи, розміри, призначення.
8. Як вибирають тип і розміри шафових щитів і пультів ? Які шафові щити обслуговуються із зовні і у чому їх полягають переваги перед щитами, обслуговуваними із середини ?
9. Як вибирають тип і розміри панельних щитів і пультів ? Яку апаратуру розміщують у ПК на мозаїчних щитах і столах ?
10. Які прилади і апаратуру і за якими правилами розміщують на фасадах щитів і пультів ? Які і як при цьому використовують ергономічні принципи ?
11. Які існують методи реалізації мнемосхем на ПУ ? Щитова мнемосхема, її призначення, виконання і розміщення. Які прилади і апарати вбудовують у щитову мнемосхему ?
12. За якими принципами будуються дисплейні мнемосхеми ? Які види цих мнемосхем і як вони використовуються на ПУ ?
13. Які прилади і апарати і як розміщують у середині шафових щитів або у защитовому просторі відкритих щитів ?
14. Які проводи і труби використовують для комутації щитів і пультів ? В яких випадках обов'язкове застосування гнучких проводів ? Коли у завдання на виготовлення одиночного щита входить таблиця підмикань і за якими правилами вона складається ?
15. Яке призначення і які типи електроклем використовують в їх збірках, що встановлюють в щитах і пультах ? Як визначають необхідну кількість електроклем і як розміщують їх збірки ? Які зовнішні електропроводки не заводять на збірку електроклем ?
16. Як розміщують щити і пульти у виробничому приміщенні ? Які вимоги ставлять до спеціальних приміщень і як в них розміщують щити і пульти ? Наведіть приклад компонування складеного багатосекційного щита у спеціальному приміщенні.
17. Що входить у завдання на виготовлення одиночного щита ? Наведіть характеристику окремих складових цього завдання.

18. Що входить у завдання на виготовлення складеного щита ? Який зміст адресного способу виконання монтажних схем щитових електропроводок ? Як побудовані дво- та тричилові адреси ?

19. Які існують способи проектного виконання щитових проводок ? До чого зводиться і для яких проводок застосовується графічний спосіб ? До чого зводиться адресний спосіб ?

20. Які існують способи проектного виконання щитових проводок ? До чого зводиться і для яких проводок застосовується табличний спосіб ?

21. Які щитові конструкції та пристрої знаходяться на щитовому ПУ у разі застосування контролерів малої канальності ? В якому приміщенні цей ПУ може розміщуватись ? На прикладі контролера Р-130 опишіть, де встановлюють основний (приладового і настінного виконання) та допоміжні блоки контролера ?

22. Які щитові конструкції та пристрої розміщують на безщитовому ПУ у разі застосування контролерів малої канальності ? В якому приміщенні цей ПУ може розміщуватись ? На прикладі контролера Р-130 опишіть, де встановлюють основний (приладового та настінного виконання) та допоміжні блоки контролера ?

23. Які існують способи підмикання зовнішніх проводок до контролера малої канальності ? Як вони реалізуються у контролера Р-130 ? Опишіть типи і призначення клемно-блочних з'єднувачів цього контролера.

24. Які щитові конструкції та пристрої розміщуються на щитовому ПУ у разі застосування контролерів середньої та великої канальності ? На прикладі контролера ломіконт опишіть, які існують щитові конструкції цього контролера і як вони вибираються ? В якому приміщенні може розміщуватись ПУ з цим контролером ?

25. Які щитові конструкції та пристрої розташовуються на безщитовому ПУ у разі застосування контролерів середньої та великої канальностей ? На прикладі контролера ломіконт опишіть, які існують щитові конструкції цього контролера і як вони вибираються ? В якому приміщенні може розміщуватись ПУ з цим контролером ?

26. Які типи каркасів використовуються у ломіконтів і реміконтів середньої та великої канальності (РСВК) ? За якими правилами розташовують модулі в каркасах ломіконтів та реміконтів середньої канальності ?

27. Які типи каркасів використовуються у ломіконтів і РСВК ? За якими правилами розташовують модулі в каркасах ломіконтів та РСВК ?

28. Яке призначення і яка будова поля клемних колодок (ПКК) у ломіконтів і РСВК ? За якими правилами розташовують клемні колодки на ПКК ломіконтів та реміконтів середньої канальності ?

29. Яке призначення і яка будова поля клемних колодок (ПКК) у ломіконтів і РСВК ? За якими правилами розташовують клемні колодки на ПКК ломіконтів та реміконтів великої канальності ?

30. Як з'єднують модулі з ПКК та між собою у ломіконтів та РСВК ? Опишіть типи і призначення клемно-модульних та міжмодульних з'єднувачів цих контролерів.

31. Який зміст документації на замовлення контролерів малої каналності, наприклад Р-130 ? Яку інформацію містить ця документація про основний блок цього контролера БК ? Що таке модифікація БК і як вона вибирається ?

32. Який зміст документації на замовлення контролерів малої каналності, наприклад Р-130 ? Яку інформацію містить ця документація про допоміжні блоки та клемно-блочні з'єднувачі цього контролера ?

33. Який зміст документації на замовлення РСВК ? Поясніть на прикладі, як записують формулу РСВК у специфікацію і яку інформацію містить ця формула ?

34. Який зміст документації на замовлення РСВК ? Як складають і яку інформацію містить таблиця розташування модулів у каркасі ?

35. Який зміст документації на замовлення РСВК ? Як складають і яку інформацію містить таблиця розташування клемних колодок на полі клемних колодок ?

36. Який зміст документації на замовлення РСВК ? Як складають і яку інформацію містить таблиця з'єднань і підмикань ?

37. Який зміст документації на замовлення ломіконтів ? Поясніть на прикладі, як записують формулу ломіконтів у специфікацію і яку інформацію містить ця формула ?

38. Який зміст документації на замовлення ломіконтів ? Як складають і яку інформацію містить таблиця модулів та з'єднань ?

39. Який зміст документації на замовлення ломіконтів ? Як складають таблицю модулів та з'єднань і що являють собою позиційний і функціональний коди місця підмикання на модулі ?

40. Який зміст документації на замовлення ломіконтів ? Як складають і таблицю модулів та з'єднань і що являють собою позиційний і функціональний коди місця розміщення клемних колодок ?

Тема 2. ПРОЕКТУВАННЯ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ

Проектування електричних проводок. Коротка характеристика кабелів і проводів що застосовуються в системах автоматизації. Вибір способу Виконання і прокладання електропроводки. Вибір кабелів і проводів. Вибір захисних і підтримуючих конструкцій. Проектування трубних проводок. Вибір труб. Вибір способу прокладання трубних проводок. Особливості проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж. Характеристика застосовуваних кабелів. Будова волоконно-оптичних систем та кабелів. Проектування волоконно-оптичних систем передавання інформації. Структуровані кабельні системи. Призначення. Кабелі зв'язку. Топології кабельних систем. Схеми та креслення зовнішніх проводок. Схеми та таблиці з'єднань і підмикань зовнішніх проводок. Креслення розташування проводок і устаткування.

При проектуванні ліній зв'язку систем автоматизації (СА) виконують схеми з'єднання зовнішніх проводок і креслення розташування проводок і обладнання, які розшифровують функціональні зв'язки між окремими елементами систем вимірювання, регулювання, керування і сигналізації з зазначенням кон-

кретних місць їх монтажу. В основному, вони визначають зовнішній зв'язок пунктів керування (ПУ) із позащитовою апаратурою і джерелами живлення, а також зв'язок між конструкціями ПУ.

У системах автоматизації відрізняють внутрішню і зовнішню як електрику, так і трубну проводки. Причому під першою розуміють внутрішньощитові, а під другою – позащитові зв'язки; тобто, зв'язки щита. Ці проектні матеріали являються основними для виконання робіт з прокладання і підмикання кабелів, проводів і труб до щитів, пультів і окремо установлених приладів і апаратури.

1.Проектування електричних проводок. При проектуванні електропроводок систем автоматизації послідовно вибирають спосіб виконання електропроводки, технічну характеристику проводу чи кабелю (марка, площа перерізу і кількість жил кабелю або проводів в одному захисному пристрої), захисні і підтримуючі конструкції. В електропроводах систем автоматизації використовують установчі ізольовані і термоелектродні проводи, силові, контрольні і термоелектродні кабелі.

Існує декілька ознак, за допомогою яких класифікують електропроводки:

місце прокладання - *зовнішні*, прокладені по зовнішнім стінам будинків, споруд і між ними, і *внутрішні*, мон-товані у закритих приміщеннях;

спосіб виконання – *відкриті* (стаціонарні, пересувні і переносні), які прокладають на поверхні будівельних конструкцій, і *заховані* – всередині конструктивних споруд будинків і споруд, а також кабелям у землі. Відкрита електропроводка може бути як *незахищеного*, так і *захищеного* виконання, причому останнє може бути нормальним (захист лише від механічних пошкоджень) або вибухобезпечним;

спосіб прокладання – проводки в захисних трубах, лотках, коробах, по кабельним конструкціям чи мостам, на підвісках, у каналах, тунелях, або кабелем у землі.

У системах автоматизації, як правило, застосовують відкриті способи прокладання електропроводок. Заховані електропроводки допускаються як виняток у тих випадках, коли це пов'язано з вимогами архітектурного оформлення приміщень або при підході до устаткування, встановленого віддалік від стін чи інших подібних будівельних конструкцій. Однак в останньому випадку можливе прокладання і в кабельних каналах.

Спосіб виконання і прокладання електропроводки систем автоматизації вибирають в залежності від виду кабельної продукції, яку мають використати, призначення і категорії приміщень і зовнішніх установок, їх архітектурного оформлення, особливостей будівельних конструкцій, розташування устаткування, економічних факторів і зручності експлуатації. За рівних умов перевага надається найбільш економічному способу. У цьому відношенні у системах автоматизації краще застосовувати ті самі види електропроводок, що й в установках електропостачання і силового електроустаткування, оскільки використання існуючих чи спроектованих кабельних споруд і конструкцій (якщо це допустимо за умов спільного прокладання кіл різного призначення) знижує вартість монтажних робіт.

Ізольовані і термоелектродні проводи найчастіше прокладають у трубах (відкрито і заховано), лотках, коробах (відкрито і заховано), металевих рукавах, однак можливе прокладання і в глухих каналах чи в каналах, які закриваються, із не спалюваних будівельних конструкцій. При цьому сталеві і пластмасові труби застосовують для одиночного прокладання проводів відкрито і заховано, а також потоків проводів при необхідності спеціального виконання електропроводок. Способи прокладання кабелів більш різноманітні. У виробничих приміщеннях застосовують прокладання кабелів на кабельних конструкціях, в сталевих лотках у коробах, каналах. Вибору способу прокладання передуює вибір виду кабельної продукції: проводів чи кабелів. Основні рекомендації тут зв'язані з застосуванням магістральних багатожильних кабелів, що з'єднують з'єднувальні коробки з щитами з подальшою розводкою проводами.

При виборі провода та кабелю послідовно вибирають марку кабелю чи проводу (матеріала струмоведучої жили, ізоляції та оболонки, захисного покриття), кількості жил кабелю чи проводів в одному захисному пристрої, площі перерізу жил. Далі вибирають зачисні і підтримуючі конструкції, в якості яких використовують лотки, короби, збірні конструкції, пластмасові і сталеві захисні труби. Розміри цих конструкцій визначаються в залежності від кількості і зовнішнього розміру кабелів і проводів, а для захисних труб конфігурації ділянки їх протягування. Конфігурація ділянок та положення короба у просторі впливають і на вибір розміру коробу.

2. Проектування трубних проводок. Найбільш поширені в системах автоматизації імпульсні та командні трубні проводки. Перші передають імпульси від відбірних до чутливих елементів приладів і засобів автоматизації (наприклад, від відбору тиску до манометра); другі передають командні імпульси на виконавчі органи (наприклад, пневмолінія від регулятора до виконавчого механізму);

При проектуванні трубних проводок спочатку вибирають матеріал і розміри труб, а потім спосіб їх прокладання. Для більшості імпульсних трубних проводок, у тому разі, коли вимірюваним чи транспортованим середовищем є газ, пар або рідина, як імпульсні використовують водогазопровідні труби з умовним діаметром 8, 15, 20 і 25 мм (при вимірюванні витрати і рівня 8-міліметрові труби не застосовують), якщо тиск не перевищує 1,6 МПа і температура 175°C. Для більших тиску і температур імпульсні проводки при вимірюванні тиску чи розрідження виконують з безшовних труб розміром 10 x 2 мм, а при вимірюванні витрати і рівня – з безшовних труб розміром 14 x 2 мм. У інших випадках товщину стінки труб вибирають в залежності від зовнішнього діаметра і умовного тиску на основі розрахунків на міцність. Як командні лінії пневмоавтоматики звичайно застосовують пластмасові труби, пневматичні і пневмоелектричні кабелі. Пневмокабелі мають поліетіленові трубки, полівінілхлоридну оболонку і захисний покрив типу Г і ББГ.

3. Проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж. Основна вимога до ліній зв'язку обчислювальних мереж (ОМ): передавати як можна більше

інформації за короткий термін на більшу відстань. Вони можуть бути реалізовані з застосуванням:

- витих пар (екранованих і неекранованих);
- коаксиальних кабелів (вузько- та широкосмугових);
- волоконно-оптичних кабелів (ВОК).

Основними параметрами, характеризуючими ці лінії зв'язку являються: (1) швидкість передавання даних (ШПД) в Мбіт/с, або в Мбодах; (2) погонне затухання в дБ/км, яке визначають за формулою:

$$\alpha = 10 \lg (P_1/P_2) / L$$

де L – довжина лінії у км, P_1, P_2 – потужність сигналу на вході і на виході. Враховуючи, що швидкість передавання інформації залежить від смуги пропускання частот, на яких передається інформація, існує також інтегральний показник якості каналу км·Мбіт/с або ширина смуги пропускання (ШСП) МГц·км.

Основними перевагами витих пар є низька вартість (біля 0,5\$ за метр), легкість підмикання нових вузлів та нарощування довжини. Зараз використовують неекрановані телефонні кабелі UTP 3-ої та 5-ої категорій та екранований телефонний кабель STP. UTP-3 передачу даних з ШПД до 16 Мбіт/с на відстані до 100м і тільки в мережах з інтер-фейсом RS-232 ця відстань і може бути збільшена до 1,2 км. UTP-5 забезпечує ШПД до 155 Мбіт/с на такій же відстані, що і UTP-3. Кабель STP використовують на зашумлених об'єктах, але він має більшу вартість ніж UTP і потребує заземлення. Телефонні кабелі забезпечують відносно невелику витрату сигналу. Їх $\alpha = 0,5 - 1$ дБ/км при частоті 300 Гц і $2 - 3$ дБ/км при частоті 4 кГц.

Здавалося, що суттєво кращі електричні характеристики має коаксиальний кабель, у якого електромагнітне поле не виходить за межі циліндричної екранної оболонки, тобто повністю знаходиться в середині кабелю. Але до його недоліків відноситься більша кількість необхідного допоміжного обладнання мережі, а також те, що подальше нарощування мережі можливе тільки при застосуванні повторювачів. Він має більші розміри та масу, негнучкий, більш складний у монтажі (необхідне заземлення). Вартість вузькосмугового кабелю співпадає з вартістю UTP, широкосмуговий коштує приблизно у 10 разів більше, але дозволяє одночасно з передачею даних у декількох частотних діапазонах передавати телевізійні сигнали та мову.

Найкращі характеристики мають волоконно-оптичні кабелі, які забезпечують найвищу швидкість передавання даних (до 2 Гбіт/с), дуже високу перешкодозахищеність, однак мають високу вартість, потребують спеціального контролю і спеціальних навиків монтажу. Перевагами ВОК є: (1) висока пропускна здатність, яка зараз у 100 – 1000 разів вища, ніж у провідних систем і обмежена швидкодією мікросхем; (2) перешкодозахищеність, оскільки електромагнітні і електростатичні поля практично не чинять впливу на світловий потік; (3) вибухо- і пожежонебезпечність через малу потужність світлового сигналу (долі міліватту) і використання матеріалів не поширюючих горіння; (4) висока надійність, мала тонажність (кабель з 4 оптичними волокнами – 240 кг/км, малогабаритний коаксиальний кабель – 758 кг/км).

Застосовують одномодові (однохвильові) ОВ-ОМ та багатомодові (багатохвильові) ОВ-БМ оптоволоконні кабелі. В обчислювальних мережах через економічні фактори та необхідність сумісності з мережовим оптичним обладнанням застосовують ОВ-БМ, що забезпечує ШПД до 155 Мбіт/с при дистанційності до 2 км. При передачі даних на більші використовують підсилювачі або ОВ-ОМ.

Волоконно-оптичні системи передавання інформації (ВОСПІ), які забезпечують передавання модульованого світлового потоку, складаються з трьох основних функціональних компонентів: випромінювача модульованого світлового потоку, хвилевідного світлопровідного тракту і фотоприймального перетворювача.

Як джерело випромінювання у ВОСПІ застосовуються діоди світловипромінювання (СВД) і інжекційні лазери (ІЛ). За основними потрібними параметрами джерел ви випромінювання ВОЛЗ (необхідної хвилі випромінювання – від 0,85 до 1,7 мкм, надійності, вихідної потужності, КПД, ширини смуги пропускання (ШСП), температурних вимог, геометричних розмірів і економічності) найбільш повне їх задоволення забезпечують ІЛ. Однак через їх високу вартість у системах автоматизації переважне застосування покищо мають СВД, які є джерелами для багатомодових ВОЛС здебільшого на хвилі 0,85 мкм довжиною до 2 км без повторювачів зі швидкістю передавання інформації 200 Мбіт/с. ІЛ можуть забезпечити безретрансляційне передавання даних на відстань до 50 км зі швидкістю, що перевищує 1–2 Гбіт/с. Волоконно-оптичний кабель (ВОК) – це складна багатокомпонентна система, що має одне або декілька оптичних волокон (ОВ) зі зміцнюючими й заповнюючими елементами (різноманітними полімерними матеріалами), а в окремих випадках і металевими елементами (армованні ВОК). Третім з основних елементів ВОЛЗ є фотоприймач, призначений для перетворення оптичних сигналів в електричні, в якості яких можуть бути застосовані . фоторезистори (ФР) і фотодіоди (ФД). Враховуючи, що ФР не задовольняють за своїми параметрами вимогам широкосмугової обробки оптичних сигналів, застосовують ФД. Конструктивно ВОСПІ складається з оптоелектронних блоків, оптичних кабелів, оптичних з'єднувачів, оптичних відгалуджувачів і розгалуджувачів, оптичних перемикачів і комутаторів.

Передача світла по оптичному волокну (ОВ) базується на явищі повного внутрішнього відбиття світла, причому показник переломлення (ПП) оболонки – постійний, а сердцевини – є функцією поперечної координати. Зараз застосовують ОВ двох типів: «кварц-кварц» та «кварц-полімер» (серцевина з кварцу, оболонка з полімеру).

Послідовність проектування ВОСПІ така: формулюють вимоги до ВОСПІ, вибирають топологію та елементну базу ВОСПІ. Топології ВОСПІ подібні топологіям інших технічних розподілених систем. Тут застосовують: (1) *зірку з централізованою комутацією*; (2) *кільце*; (3) *послідовну топологію* (шина); (4) *деревовидну топологію*; (5) *зірку з децентралізованою комутацією*, у якій з'єднання кінцевих пристроїв КП відбувається через допоміжний вузол комутації ДВК.

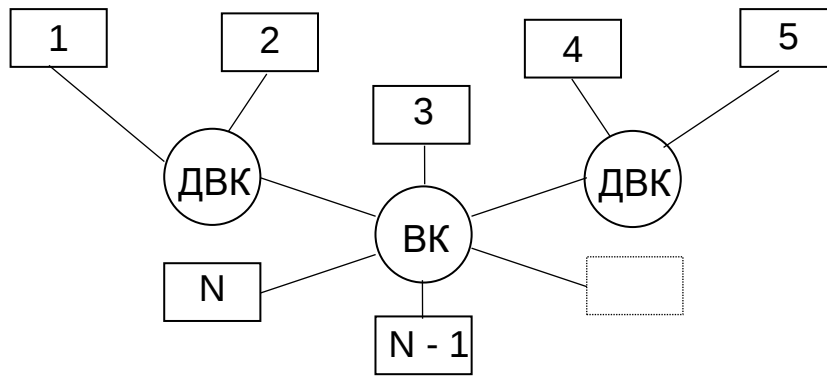


Рис.2

При виборі топології послідовно враховують необхідний обсяг інформації, яку передають, необхідну довжину ВОК, необхідну кількість розгалужувачів і можливість організації дуплексного з'язку, можливість розширення системи, надійність, ремонтпридатність і скритність з'язку. *Потрібна довжина ВОК* у значній мірі визначає економічну ефективність системи. Для КП рівномірно розподілених на території квадратної форми, кільце потребує найменшої довжини ВОК, при нерівномірному розташуванні найменша довжина у магістралі. Зірка потребує найбільшої довжини ВОК, причому зменшити довжину Використованих ВОК у зірці можливо за допомогою ДВК. Всі інші параметри у зірки або кращі, або такі ж як у інших топологій. Зараз найширше у ВОСПІ Використовується шину і зірку, причому їх вибирають враховуючи втрати сигналу у з'єднувачах і розгалужувачах, які при $N \geq 7$ (де N – кількість КП) значно менші у зірки порівняно з шиною.

4. Структуровані кабельні системи (СКС). СКС (Structured Cabling System – SCS) – це модульна, гнучка та повністю документована кабельна мережна система, що з'єднує голос, дані, відео та пристрої контролю і керування будівлею. Її модульність пов'язана з набором комутаційних елементів: кабелів, рознімів, конекторів, кросових панелей тощо, що в ній використовуються; гнучкість – з можливістю легкого розширення. З іншого боку СКС розглядається як кабельна платформа інтелектуальної будівлі, тобто будівлі, що забезпечує продуктивне та ефективне використання робочого простору завдяки об'єднання систем передачі голосу, даних, відео, а також контролю та керування будівлею.

При проектуванні СКС послідовно вибирають її топологію, комунікаційне обладнання та кабелі. В СКС застосовують дві топології: ієрархічну зірку (ІЗ) та одноточкова (ОТ). ІЗ-топологія має максимальну гнучкість. У цьому випадку СКС складається з вертикальних кабелів, що прокладені між кросрозподільувачами, що є кінцевими пристроями кожного поверху, та горизонтальними ділянками кабелю між кросрозподільувачами та обладнанням окремих користувачів.

ОТ-топологія забезпечує пряме з'єднання всіх робочих місць з центральним кросом в апаратній, вона дозволяє керувати системою із однієї точки, оптимальній для розташування централізованого активного обладнання. Це

спрощує управління мережами, виключає необхідність кросіровки мереж у різних місцях, забезпечує можливість підмикання користувачів з різних частин будівлі до одного й того ж сегмента, знижує трафік на постійно перевантажених мостах та маршрутизаторах. ОТ-топология більш економічна з трьох причин. По-перше, вона виключає необхідність в горизонтальному кросі, дозволяє мати економію на пасивному обладнанні. По-друге, збираючи активне устаткування в одному місці, вона зменшує кількість невикористаних портів в системі. По-третє, спрощується експлуатація мережі, що дає можливість зменшити кількість обслуговуючого персонала.

Кросове обладнання входить в підсистему керування, яка повинна дозволяти підмикання практично будь-якого вузла до необхідного сегмента без додаткового монтажу кабеля, а також переміщувати робочу станцію у будь-яке місце, залишаючи її у тому ж фізичному сегменті. Комутація портів може виконуватися механічно або програмно. При механічній комутації використовуються комутаційні (patch panels) та кросові (connects panels) панелі. До перших постійно підімкнуті тільки кабелі-з'єднання з робочими місцями, а активне обладнання підмикається з допомогою з'єднувальних шнурів (patch cord). До других постійно підімкнуті також порти активного обладнання і перемикання виконується з допомогою кросировального шнура. Програмна комутація виконується з допомогою кросового комутатора (комутаційної матриці – switch matrix), до якого з одного боку підімкнуті порти активних мережних пристроїв, а з іншого боку – проводка від робочих місць користувачів. Кросовий комутатор на відміну від комутатора ЛОМ тільки забезпечує фізично з'єднання порта на одному боці матриці з портом на його іншому боці.

В СКС застосовують тіж кабелі, що і в ЛОМ. При виборі кабеля для СКС враховують вартість, діапазон застосування, простота прокладання, час життя системи, наявність шумів, погоне затухання тощо. В СКС, в основному, використовують UTP і оптоволокно. Перші як остання ланка передачі даних, тобто від кабельної шафи-відсіка до робочого місця або офіса на відстань не більш 100 м. Для більших відстаней – між будівлями, від апаратної або комп'ютерного центра до кабельних відсіків використовують багатомодове оптоволокно.

5. Схеми та креслення зовнішніх проводок. Схема з'єднань зовнішніх проводок – це комбінована схема, на якій показані електричні і трубні з'язки між приладами і засобами автоматизації, установленими на технологічному устаткуванні, поза щитами і на щитах, а також підмикання проводок до приладів і щитів

Креслення розташування показують плани поверхів, виконані у відповідному масштабі з необхідними розрізами. На них указують місце монтажу електричних і трубних проводок, місцевих приладів і засобів автоматизації, щитів і пультів. Крім електричних і трубних проводок на цих кресленнях показують приймальні і відбірні пристрої, виконавчі механізми і регулюючі органи, які встановлюються на технологічному устаткуванні і трубопроводах, з'єднувальні і протягувальні коробки, прилади і засоби автоматизації, встановлені за місцем

щити і пульти. Всі ці елементи, у тому числі і потоки електричних і трубних проводок координуються.

Література для самостійної роботи: [11] С. 121 – 144; [6] С. 230 – 290, 298 – 338; [2] С. 206 – 248; [9] С. 219 – 277, 389 – 392; [14]; [3] С. 23 – 33.

Контрольні питання

1. Класифікація електропроводок систем автоматизації за місцем Прокладання. Які установчі ізолювані проводи використовують в системах автоматизації і яку вони мають конструкцію ?

2. Класифікація електропроводок систем автоматизації за способом виконання. Для чого і які термоелектродні проводи використовують у системах автоматизації ? Яку ці проводи мають конструкцію ?

3. Класифікація електропроводок систем автоматизації за способом прокладання. Які контрольні кабелі використовують у системах автоматизації і яку вони мають конструкцію ? Чим вони відрізняються від силових кабелів ?

4. Як вибирають спосіб виконання і спосіб прокладання електропроводки системи автоматизації ? Порівняйте між собою електропроводки установчими ізолюваними проводами і контрольними кабелями. Для чого і які з'єднувальні та протяжні коробки при цьому використовують ?

5. Як вибирають матеріал струмоведучої жили, площу її перерізу та матеріал ізоляції у разі застосування установчих ізолюваних проводів, а у разі використання багатожильних проводів – кількість струмоведучих жил та оболонку ?

6. Як вибирають матеріал струмоведучої жили, ізоляції та оболонки при застосуванні контрольних кабелів ?

7. Як вибирають захисний покрив, площу перерізу струмоведучої жили та їх кількість у разі застосуванні контрольних кабелів ?

8. Які захисні й підтримувальні конструкції використовують для прокладання проводів систем автоматизації ? Як їх вибирають та визначають їх розміри ?

9. Які захисні й підтримувальні конструкції використовують для Прокладання кабелів систем автоматизації ? Як їх вибирають та визначають їх розміри ?

10. Які труби використовують як захисні для електропроводок систем автоматизації ? Як їх вибирають та визначають їх розміри ?

11. Наведіть класифікацію трубних проводок систем автоматизації за призначенням та місцем прокладання. Які труби та пневмокабелі використовують для цих проводок ? В яких випадках застосування пластмасових труб та пневмокабелів обмежене ?

12. Наведіть класифікацію трубних проводок систем автоматизації за призначенням та місцем прокладання. Як вибирають труби та визначають їх розміри для трубних проводок систем автоматизації?

13. Які кабелі застосовують в обчислювальних мережах і які параметри цих кабелів характеризують якість передавання даних ? Які існують типи витих пар і як вони вибираються ? Опишіть їх конструкцію і параметри.

14. Які кабелі застосовують в обчислювальних мережах і які параметри цих кабелів характеризують якість передавання даних ? Які існують типи коаксіальних кабелів і як вони вибираються ? Опишіть їх конструкцію і параметри.

15. Які кабелі застосовують в обчислювальних мережах і які параметри цих кабелів характеризують якість передавання даних ? Опишіть конструкцію волоконно-оптичних кабелів, наведіть їх геометричні розміри та оптичні параметри.

16. Наведіть характеристику компонентів волоконно-оптичних систем передавання інформації (ВОСПІ). Яка послідовність операцій у процесі проектування ВОСПІ ? Які існують види топології ВОСПІ ? Яка їх порівнювальна оцінка ?

17. Що таке структурована кабельна система (СКС) ? Які переваги СКС і з яких підсистем вона складається ?

18. Що таке СКС ? Які топології і які кабелі застосовуються в цих системах ? Наведіть їх порівняльну оцінку.

19. Який зміст схем з'єднань і підмикань зовнішних проводок систем автоматизації ? Як зображують і позначають на цих схемах трубні й електричні зовнішні проводки; прилади і засоби автоматизації, що встановлені на технологічному обладнанні та за місцем; щити і пульти; з'єднувальні коробки ?

20. Який зміст креслень розташування проводок і обладнання систем автоматизації ? Як зображують і позначають на цих схемах зовнішні проводки, прилади і засоби автоматизації, щити і пульти, з'єднувальні коробки ?

3.ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Визначення загальної структури системи комп'ютерно-інтегрованих систем керування (KICK). Рівні узагальнення при проектуванні. Функціональна, технічна і організаційні структури. Визначення кількості робочих станцій, їх рівнів та рівнів обчислювальних мереж

Розробка програмно-технічної структури (ПТС) системи. Три рівня деталізації задач вибору ПТС: рівні робочих станцій (РС), обчислювальних мереж (ОМ) та пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО). Задачі рівня РС. Задачі рівня ОМ. Задачі рівня ПЗО.

Особливості життєвого циклу програмного забезпечення (ПЗ). Стадії життєвого циклу ПЗ. Структура ПЗ. Експлуатаційна документація, документація виготовлення та супроводження ПЗ.

Формалізація задачі вибору програмно-технічних засобів. Загальна характеристика задачі. Однокритеріальна багатопараметрична процедура вибору програмно-технічних засобів (ПТЗ). Багатокритеріальна багатопараметрична процедура вибору ПТЗ.

Вибір оптимальної структури KICK. Постановка задачі. Визначення ієрархічності структури. Визначення розподіленості структури.

Вибір програмно-технічних комплексів. Постановка задачі. Характеристика умов вибору. Характеристика показників вибору. Процедура вибору.

1. Визначення загальної структури системи. Задачі структуризації системи відносяться до верхнього рівня узагальнення при проектуванні цих систем, причому під структуризацією системи розуміють локалізацію її меж та виділення структурних складових частин. Для простих систем автоматизації ця задача вирішується при проектуванні схем автоматизації. Коли проектується АСКТП з допомогою традиційних методів, то задачі структуризації вирішуються при проектуванні організаційного забезпечення, основними складовими якого є схеми функціональної, організаційної та технічної структур. Трохи інакше розв'язуються задачі структуризації при проектуванні сучасних КІСК.

Їх проектування починають з розробки *загальної структури*, визначаючи рівні робочих станцій (РС) та обчислювальних мереж (ОМ), а також кількість РС на кожному рівні. В подальшому на її підвалинах будують програмно-технічну структуру. Найбільш поширеною є трьохрівнева структура РС:

на *нижньому* – локальні технологічні станції (ЛТС) для безпосереднього керування технологічним процесом;

на *середньому* – операторські станції (ОПС) для керування технологічними комплексами, серед яких у разі потреби виділяють диспетчерську координуючу станцію (ДКС) для керування всім виробництвом;

на *верхньому* – організаційно-економічні станції (ОЕС) для управління бізнес-процесами.

При визначенні кількості РС на кожному рівні часто виходять з існуючої на виробництві кількості пунктів керування, незважаючи на те, що існують аналітичні методи визначення оптимальної кількості ЛТС за вартісними критеріями з врахуванням того, що наближення ЛТС до ТОУ з одного боку зменшує вартість ліній зв'язку, а з другого – збільшує кількість ЛТС.

При виділенні ієрархічних рівнів мереж можливі два варіанти: перший – кожен ієрархічний рівень мереж відповідає ієрархічному рівню РС, другий – ієрархічних рівнів мереж на один менше, ніж ієрархічних рівнів РС за рахунок підмикання РС двох рівнів до однієї мережі, що знаходиться між ними. У разі об'єднання кількох МПК нижнього рівня вони утворюють обчислювальну мережу нижнього рівня, яку іноді називають “*польовою*” *шиною (ПШ)* і до якої підмикають не тільки МПК, а і вимірювальні перетворювачі та виконуючі механізми з вбудованими АЦП. Основною обчислювальною мережею КІСК підприємства є *промислова шина виробництва (ПШВ)*. Склад цієї мережі може суттєво змінюватися в залежності від особливостей виробництва, програмного забезпечення та ідеології розроблювача. В найпоширенішому випадку її утворюють ЛТС, ОПС та ДКС, а іноді до неї безпосередньо підмикають віддалені ЛТС, а на підприємствах малої потужності і ОЕС. Однак більш поширене підмикання ОЕС разом з ДКС до окремої загальнозаводської мережі – *інформаційної шини підприємства (ІШП)*.

2. Розробка програмно-технічної структури (ПТС) системи. Це друга задача структурного рівня, її розв'язання залежить від обраного шляху створе-

ння КІСК: *системно-інтеграційного* (традиційного) або *трансферного* (комплексного). У першому випадку систему створюють фірми – *системні інтегратори*, компонуючи її з програмно-технічних засобів різних фірм-виробників. У другому випадку фірми-виробники впроваджують свої програмно-технічні комплекси (ПТК), прив'язуючи їх до конкретного об'єкта. Зрозуміло, що задача розроблення ПТС виникає здебільшого при використанні системної інтеграції, причому її вирішення збільшує витрати на проектування системи, які, однак, як правило, компенсуються меншою вартістю системи.

При розробці ПТС традиційним способом виділяють три рівня деталізації задач вибору складових КІСК: *рівень обчислювальних мереж (ОМ)*, *рівень робочих станцій (РС)*, *рівень пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО)*. Для **рівня мереж** характерна така послідовність підзадач розробки ПТС:

1) вибір принципу управління мережами: *централізований* (мережа типу "клієнт-сервер"); *децентралізований* (однорангова мережа або мережа з рівноправною архітектурою) і *комбінований*. В однорангових мережах більшість користувачів отримує спільний доступ до файлів більшої кількості ПЕОМ, тому завдяки своїй простоті та невеликій вартості ці мережі мають поширення у системах з невеликою кількістю рівноправних РС (до 10). Недоліками цього принципу керування є утруднення, що виникають при захисті інформації, а також при побудові ієрархічних систем управління, тому в останньому випадку найчастіше орієнтуються на архітектуру "клієнт-сервер". При комбінованому управлінні однорангова частина мережі дає можливість обміну файлами без участі оператора, а централізована частина керує файлами, друкуванням та засобами зв'язку більш високого рівня;

2) вибір мережної операційної системи (МОС): *універсальна чи спеціалізована*, до яких здебільшого відносяться МОС реального часу (ОСРВ). Переваги універсальних МОС: розвинуте прикладне програмне забезпечення та мережна ідеологія, время реакції не гірше десятків мілісекунд (м'який реальний час), багатопотоковість і багатопріоритетна багатозадачність, сталість до зависань, простота інтеграції даної КІСК в систему більш високого рівня, менша вартість. ОСРВ за винятком часу реакції (сотні та десятки мікросекунд – жорсткий реальний час) не мають переваг перед універсальними МОС, тому використовуються тільки при жорстких вимогах до часу реакції;

3) вибір топології мережі: "*шина*" (магістраль), "*зірка*" (радіальна), "*петля*" (кільце), "*дерево*"; можливі також їх комбінації або довольна топологія. Найчастіше в використовують топологію "шина", тому що ця топологія має найвищу структурну надійність – вихід з ладу будь-якого вузла не вплине на працездатність мережі у цілому. В той час у разі вихода з ладу кабеля порушуються робота всій мережі, а пошук несправності в ньому утруднений (невелика надійність зв'язку). З точки зору структурної надійності "зірка" ця топологія має найгірші показники, тому що вихід з ладу центрального вузла робить непрацездатною всю мережу. Крім того центральний вузол перевантажений операціями обміну інформацією між термінальними вузлами. В одночас вона має найбільшу надійність зв'язку, легше також тут знайти несправність в кабелі, але в неї, як правило, більша довжина з'єднувальних ліній порівняно з іншими

топологіями. За іншими визначальними показниками (ВП) “зірка” або має переваги перед “шиною” та “петлею”, або значення ВП у них однакові. Тому найчастіше у ЛОМ викори-стовують топологію “шина” (до 65% випадків), на “зірку” припадає 25%, а на “петлю” – 10% випадків;

4) вибір метода доступу: децентралізований випадкового доступу (ДВД), децентралізований детермінованого доступу (ДДД), централізований метод доступу «ведучий – ведений» (ЦДВВ), децентралізований метод доступу «точка – точка» (ДДТТ). Завдяки поширенню мережі Ethernet, яка має шинну топологію і ДВД, цей метод доступу має найбільше поширення в промислових мережах. В той же час, враховуючи недетерміністичний характер цього протоколу завжди існує невелика, відмінна від нуля верогідність, що повідомлення одного з вузлів ніколи не досягне адресата. Тому в випадках, коли потрібна гарантована доставка інформації застосовують мережі з ДДД, що базуються на використанні маркера (наприклад, Token Ring) або програмно емулюють маркерний доступ з допомогою Ethernet. ЦДВВ використовують для зв’язку між активними і пасивними вузлами, а ДДТТ в великошвидкісних мережах, де вертуальні канали обміну інформацією між двома вузлами;

5) вибір комунікаційних пристроїв: (крім адаптара) повторювач (repeater), концентратор (hub, concentrator), міст (bridge), комутатор (switches, switching hub), маршрутизатор (router), шлюз (gateway). Повторювач (репітер, ретранслятор) підсилює і передає сигнал без зміни його змісту. Концентратор є багатопортовим повторювачем і може бути пасивним (Passive Hub – ПКЦ), що не забезпечує відновлення сигналу і тому застосовується на невеликих відстанях (приблизно до 30 м), і активним (Active Hub – АКЦ), що забезпечує відновлення як форми, так і рівня сигналу. Міст забезпечує взаємозв’язок локальних мереж з допомогою трансляції кадрів від однієї мережі в іншу, з’єднуючи таким чином мережі одного рівня, але з різними протоколами, причому трансляції підлягають тільки кадри, що адресовані абонентам інших мереж. Комутатори виконують тіж функції, що і мости з тією різницею, міст у кожний момент часу передає кадри тільки між однією парою портів (послідовна передача кадрів), а комутатор одночасно підтримує потоки даних між всіма своїми портами (паралельна передача кадрів). Маршрутизатор з’єднує, найчастіше, однакові за протоколами високого рівня локальні мережі і визначає оптимальний маршрут передачі інформації. Шлюз забезпечує перетворення мережного протоколу в міжмережний і зворотньо, може виконувати функції маршрутизаторів і мостів;

6) вибір структури бази даних (БД) та системи управління БД. Фізично БД реалізується за одним з трьох варіантів:

- 1) з допомогою диска СУБД - сервера;
- 2) з допомогою одного чи кількох файл-серверів;
- 3) з допомогою СУБД-сервера і на файл-серверів.

Існують і три варіанта програмної реалізації БД: з допомогою *реляційних* (дані зберігаються у вигляді двовірних таблиць), *об’єктних* (довільної форми і містять повну інформацію про об’єкт) та *об’єктно-реляційних* БД. Відсутність СУБД-сервера приводить до необхідності захисту транзакції даних файл-сер-

вера однією РС від транзакції цих даних іншими РС, а також до зниження продуктивності мережі із-за необхідності “перекачати” весь файл, а не тільки результати пошуку, який виконує СУБД-сервер. В систему управління БД крім СУБД-сервер входять інструментальні програмні засоби розробки додатків користувача та інтерпретатор мови SQL (Structured Query Language). Мережа з більшою кількістю файл-серверів працює швидше, тому що вона має не тільки більшу кількість дисків, але і більшу кількість дискових контролерів та процесорів. Для збільшення продуктивності мережу поділяють на кілька менших мереж, з’єднуючи їх мостами.

Для **рівня РС** характерна така послідовність підзадач розробки ПТС:

- 1) вибір офісних та індустріальних персональних комп’ютерів, мікропроцесорних контролерів для РС;
- 2) вибір комп’ютерів для серверів;
- 3) вибір загального та спеціального програмного забезпечення (насамперед, ОС і SCADA-програми).

Для **рівня пристроїв зв’язку з об’єктом** характерна така послідовність підзадач розробки ПТС:

- 1) вибір засобів отримання інформації;
- 2) вибір засобів подання інформації;
- 3) вибір засобів подання управляючих дій.

3. Особливості життєвого цикла програмного забезпечення. В життєвому циклі програмних засобів (ЖЦПЗ) виділяють такі стадії:

1-шу стадію: системний аналіз починають з визначення мети і призначення майбутнього програмного забезпечення (ПЗ). Якщо при цьому не планується використання готових програм, то на цій стадії розроблюють математичне забезпечення, тобто вибирають методи вирішення задач, виконують проектування і моделювання основних ал-горитмів, на основі яких розроблюють ТЗ на ПЗ. При цьому як вхідний матеріал використовують функціональну структуру системи. Системний аналіз виконують під час двох стадій розробки АСКТП: на стадії “Технічне завдання”- складають математичну модель об’єкта, попередньо вибравши критерій оптимізації, а на стадії “Технічний проект”- складають опис алгоритмів управління і контролю, визначають загальну структуру ПЗ, вибирають ОС, СУБД, формують вимоги до спеціального ПЗ (СПЗ).

2-а стадія: проектування виконується на стадії розробки АСКТП “Робоча документація”. Під час проектування не тільки розроблюється програми, що утворюють СПЗ, але й проводиться їх налагодження, випробування і випуск необхідної документації. При цьому СПЗ розглядають як систему програм, яка має таку структуру: система-підсистема-компонент-модуль. До програмних підсистем відносяться сукупність програм для розв’язання задачі, що має завершений функціональний зміст. Наприклад, підсистема програм первинної обробки інформації (ПОІ). Програми-компоненти реалізують окрему функцію системи. Наприклад, до програми-компонента може бути віднесена програма фільтрації.

Програмний елемент самостійного значення не має і є структурною частиною програми-компонента.

Проектна документація на СПЗ розробляється у відповідності до стандартів ЕСПД на програмну систему, програмну підсистему і програму-компонент. Вона поділяється на дві частини: *документація виготовлення та супроводження* (ДВС) і *експлуатаційна документація* (ЕД). Остання обов'язково передається замовнику. ДВС також може передаватися замовнику, але за окремою угодою.

3-а стадія: експлуатація полягає в експлуатаційному використанні програм, аналізі результатів їх функціонування, забезпеченні достовірності і надійності отриманих даних

4-а стадія: супроводження, яке складається з експлуатаційного обслуговування, розвитку функціональних можливостей ПЗ, підвищення його експлуатаційних характеристик, тиражування. Стадія супроводження грає роль необхідного зворотнього зв'язку від стадії експлуатації, який використовується для виявлення помилок (при проектуванні і експлуатації), модифікації і розширення функцій ПЗ (при системному аналізі).

4. Формалізація задачі вибору програмно-технічних засобів. Задачі визначення оптимального складу ПТЗ відносяться до багатоваріантних, рішення яких залежить від багатьох факторів і суттєвих невизначеностей. Ефективність вибору того чи іншого ПТЗ можна визначати вектором критеріїв

$$J = F (X, Y),$$

де $X = \{x_1, x_n\}$ – множина показників вибору, якими один з можливих варіантів вирішення задачі відрізняється від іншого; $Y = \{y_1, y_m\}$ – множина умов вибору, тобто вимоги до вибору, що залежать від стану оточуючого середовища і, насамперед, властивостей об'єкта автоматизації.

Кожну множину показників вибору (ПВ) одного з варіантів можна розглядати як сукупність двох підмножин: *функціональної*, що описується словесно і не має числового визначення і *числової*, що таке визначення має. Числові ПВ залежно від того, за скількома критеріями визначається найкращий варіант, іноді поділяють на *обмежувальні* та *порівнювальні*. До перших відносять ті ПВ, на які накладаються обмеження. Найчастіше вони не змінюються в процесі проектування (при переході від варіанта до варіанта) і використовуються в багатьох процедурах вибору для початкового зменшення множини варіантів, серед яких обирають найкращий. Порівнювальні ПВ, як правило, змінюються в разі зміни варіанта без урахування можливих «м'яких» обмежень. Формування підмножини порівнювальних показників з множини числових ПВ значною мірою залежить від критеріїв (критерію) та алгоритму вибору варіанта.

Алгоритми, які застосовують для розв'язання задачі вибору залежно від використаних при цьому критеріїв вибору поділяють на *однокритеріальні* та

багатокритеріальні. Однокритеріальні, у свою чергу, можуть бути однопараметричними, коли тільки один ПВ використовується як критерій вибору, та багатопараметричними, коли з допомогою кількох ПВ формується згортою або іншими методами один комплексний показник. Зазначимо, що в разі використання одного однопараметричного критерію вибору всі числові ПВ, за винятком одного, належать до обмежувальних, що значно спрощує процедуру вибору, але не гарантує досягнення компромісу між вартістю та технічною досконалістю засобу. Найпоширенішими є однокритеріальні багатопараметричні та багатокритеріальні багатопараметричні алгоритми вибору, в яких для формування критеріїв (ію) вибору використовують кілька порівняльних ПВ. Процедура вибору при застосуванні **однокритеріального багатопараметричного алгоритму** зводиться до такого:

1-ий етап: з урахуванням стану оточуючого середовища і властивостей об'єкта автоматизації формується множина умов вибору (УВ) Y ;

2-ий етап: з допомогою множини УВ формуються множина показників вибору (ПВ) з виділенням трьох підмножин:

а) *підмножина функціональних ПВ x_f* , які визначають призначення ПТЗ, способи його застосування і виконувани функції;

б) *підмножина обмежувальних ПВ x_r чи x_q* , причому x_r є позитивною, тому при її зростанні, якість ПТЗ поліпшується, а x_q – негативною, тому що при зростанні цієї властивості її якість погіршується. До цих ПВ можуть бути віднесені, наприклад, такі показники: швидкодія, довжина слова, обсяг оперативної пам'яті, пропускна здатність (позитивні), час реакції (негативні) та інші;

в) *підмножина порівнювальних ПВ x_s* , які також є кількісними, але при даному застосуванні вони не задаються у вигляді обмежень. До цих ПВ можуть бути віднесені, наприклад, такі показники: споживана потужність, необхідна площа, коефіцієнт готовності або час відновлення. Поділ конкретних кількісних показників на обмежувальні та порівнювальні в значній мірі залежить від умов розв'язання задачі. Так, наприклад, при розташуванні ПТЗ на діючому підприємстві площа, як правило, є обмежувальним показником, а у разі коли підприємство будується - порівнювальним.

3-ий етап: формується множина альтернативних рішень вибору (АРВ).

4-ий етап: з допомогою функціональних ПВ і обмежувальних ПВ усікають множину АРВ.

5-ий етап: із порівнювальних ПВ формується комплексний показник якості ПТЗ: $k = \sum \gamma_i \eta_i / z$, де $i \in 1, n$; γ_i - ваговий коефіцієнт і-го показника, який призначає проєктувальник в залежності від умов застосування ПТЗ; η_i - нормоване (тому безрозмірне) значення і-го показника: $\eta_i = x_{si} / x_{si \text{ ном}}$ ($x_{s \text{ ном}}$ - бажане значення для умов даної задачі); z - витрати на придбання, експлуа-

тацію і ремонт ПТЗ (приведена вартість); n – кількість порівнювальних показників.

6-й етап: для кожного елемента підмножини ПТЗ, що залишилася розраховується значення комплексного показника. Вибирають той ПТЗ, у якого значення комплексного показника буде найбільшим.

Процедура вибору при застосуванні **багатокритеріального багатопараметричного алгоритму** з використанням метода парних порівнянь, що базується на методі аналізу ієрархій Сааті, зводиться до такого:

1-ий – 4-ий етапи залишаються без змін.

5-ий етап: розраховуються експертні значення пріоритетів ПВ і елементів усіченої множини АРВ. Знаущість ПВ встановлюється експертами за дев'ятибальною шкалою: дуже слабка – 1 бал, слабка – 2, посередня – 3, суттєва – 4, дуже суттєва – 5, сильна – 6, дуже сильна – 7, очевидна – 8 і абсолютна – 9.

6-ий етап:, перемножуючи локальні пріоритети АРВ на пріоритети ПВ і підсумовуючи їх для кожного АРВ, визначають значення глобального критерія вибору для елементів усіченої множини, за яким обирають найкращий АРВ.

5. Вибір оптимальної структури КІСК пов'язаний з розв'язанням такої послідовності задач:

1) виділення ієрархічних рівнів робочих станцій (РС) та обчислювальних мереж (ОМ);

2) визначення кількості РС та їхніх функцій. Враховуючи, що кожна РС може бути підімкнута до однієї чи до кількох мереж різних рівнів, кількість ієрархічних рівнів РС може збігатися з кількістю ієрархічних рівнів ОМ, або бути більшою за неї.

Для вибору оптимальної структури КІСУ можна використати *комплексний* підхід, коли одночасно змінюють як кількість ієрархічних рівнів РС і ОМ (ієрархічність), так і кількість РС (розподіленість) на кожному рівні, або *декомпозиційний* підхід, коли поетапно визначають спочатку *ієрархічність* системи, а потім її *розподіленість*. Зупинимось на останньому, враховуючи суттєве зменшення розмірності задачі вибору в цьому випадку.

Визначення ієрархічності структури. Підмножина порівняльних ПВ у цьому випадку є сукупністю варіантів структур, найпоширеніші з яких наведені на рис.3. Для вибору оптимальної ієрархічної структури можна використати розглянутий вище алгоритм багатопараметричного багатокритеріального вибору, в якому наведені структури будуть АРВ, а у якості показників вибору можна використати такі загальні ТЕПи як вартість та надійність.

Вибір розподіленості структури. Підзадача вибору оптимальної розподіленості формулюється для РС одного рівня так: визначити питому виробничу площу (площа, що припадає на одну РС) з умов мінімізації сумарної вартості обладнання і ліній зв'язку:

$$J = (C_{ст} + C_{ср} + C_{пр}) \rightarrow \min \Rightarrow s^*_{ст}, \quad (1)$$

де $C_{ст}, C_{ср}, C_{пр}$ – вартості відповідно робочих станцій, сервера, ліній зв'язку; $S_{ст}, S_{ст}^*$ – питома виробнича площа РС (ПВП РС – площа, що обслуговується однією РС), та її оптимальна значення. Враховуючи, що від кількості РС $n_{ст}$, а отже, і від $S_{ст}$ залежать тільки дві складові виразу (1), перепишемо його в такому вигляді:

$$J = [C_{ст}(s_{ст}) + C_{пр}(s_{ст})] \rightarrow \min \Rightarrow s_{ст}^*, \quad (2)$$

В результаті розв'язання цієї задачі отримуємо формулу для визначення оптимальної кількості ЛТС:

$$n_{ст}^* = F [S_{пл} / 2 \sqrt{S_{т.т}^{1,5} \gamma}], \quad (3)$$

де $F[...]$ – функція «ціла частина від числа в [...]», γ – співвідношення вартості однієї РС і 1 м лінії зв'язку, $S_{пл}$ – виробнича площа, що обслуговується РС цього рівня; $S_{т.т}$ – питома виробнича площа термінальної точки (ПВП ТТ – площа, що припадає на одну ТТ).

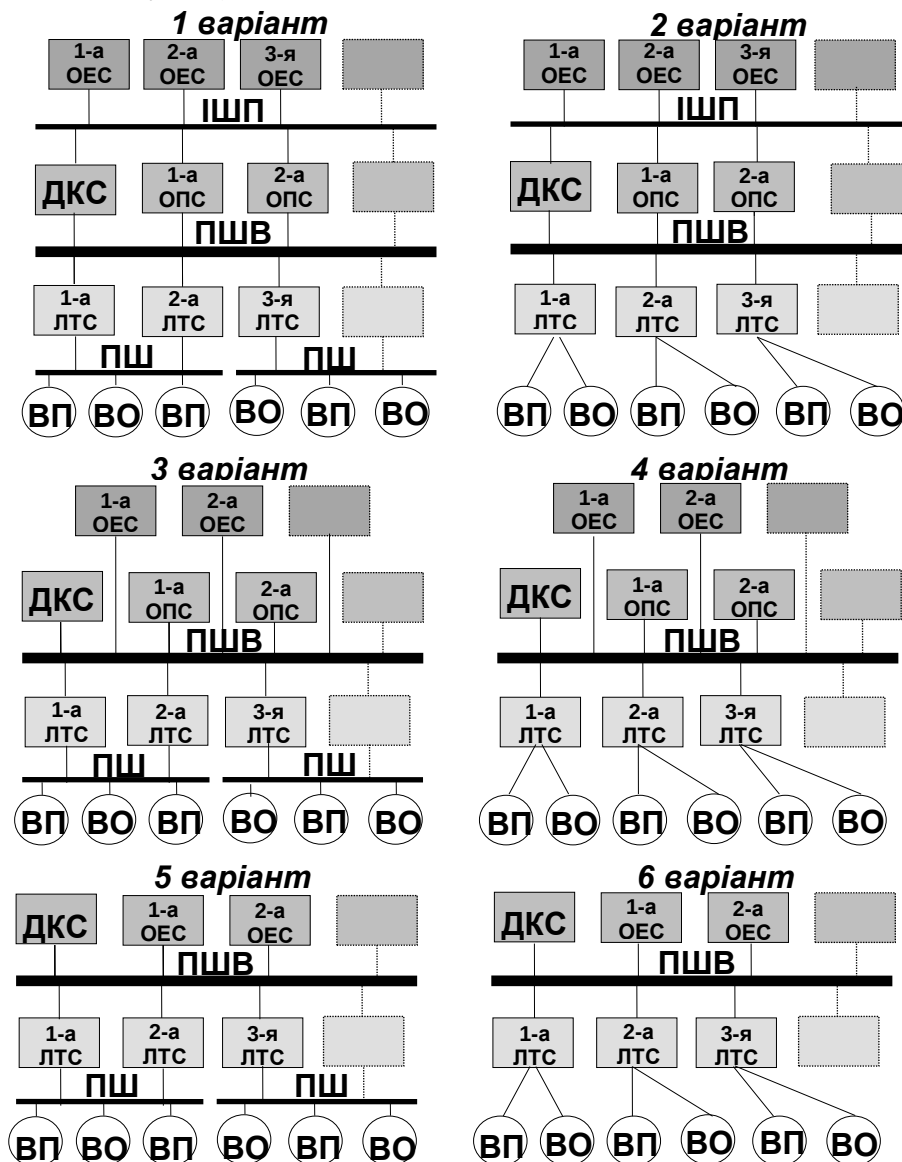


Рис.3

Наведений метод може бути використаний і для розрахунку оптимальної кількості ОПС, якщо розглядати у цьому випадку ЛТС як термінальні точки.

6. Вибір програмно-технічних комплексів (ПТК). При застосуванні одного з методів розробки КІСК – з допомогою *технічного трансферу* (комплексний метод) виникає необхідність вибору ПТК. Використання ПТК спрощує і здешевшує процес проектування, основною частиною якого стає виключно вибір ПТК, але при цьому звужується коло можливих варіантів програмно-технічної структури КІСК і, як правило, зростає вартість системи.

При виборі ПТК спочатку, як і при виборі інших програмно-технічних засобів, спочатку формують *умови вибору* (УВ), а далі формують множину *показників вибору* (ПВ) і вибирають найкращий ПТК з допомогою одного з розглянутих вище методів однокритеріального або багатокритеріального вибору. При цьому компонентами будь-якого ПТК є *мікропроцесорні контролери з блоками вводу-виводу; дисплейні пульти оператора*, більшість яких базується на персональних комп'ютерах; *мережі і необхідне програмне забезпечення*. До УВ відносяться такі **властивості ТОУ**:

- 1) тип ТОУ,
- 2) його потужність,
- 3) розподіленість змінних,
- 4) кількість подібних ТОУ в галузі;

і такі **властивості КІСК**:

- 1) необхідні функції КІСУ (контроль, управління, диспетчеризація, облік) та їх сполучення;
- 2) необхідна кількість пултів оператора (ПО), їх розташування та взаємозв'язок;
- 3) основні функції обробки інформації і кількість величин, що вимірюються;
- 4) вимоги до динаміки оновлення інформації, обсягу архіву, формам дисплейних кадрів, зручності і повноті представлення інформації оператору;
- 5) вимоги до надійності отримання і представлення інформації оператору (діагностика отримання, передачі та обробки інформації, резервування функцій та ПО);

На базі УВ вибору формують ПВ за такими групами:

1) структура системи:

- а) максимальна можлива кількість РС,
- б) кількість ієрархічних рівнів РС та їх призначення,
- в) кількість ієрархічних рівнів обчислювальних мереж та їх призначення;

2) стандартизація та відкритість:

а) стандартна магістрально-модульна архітектура та конструктивні розміри плат контролерів,

б) застосування стандартних мереж типу Profibus, Bitbus тощо на нижньому ієрархічному рівні, що мають гарантований час передачі сигналів за мережею і дозволяють зв'язувати контролери різних фірм,

в) застосування ОС типу Windows, які дають можливість використовувати необхідні прикладні програми,

г) застосування стандартних мереж Ethernet, Token Ring, FDDI тощо на верхніх рівнях, що дозволяє безпосередньо обмінюватися даними з виробничими відділами підприємства;

д) відкриті SCADA-програми, що мають драйвери до контролерів різних виробників;

3) характеристики контролерів:

а) тип основної обчислювальної плати;

б) разрядність;

в) робоча частота;

г) наявність та об'єм різних видів пам'яті (оперативної, енергонезалежної, постійної, для програми користувача);

д) операційна система;

е) максимальна кількість входів-виходів (аналогових, дискретних, імпульсних);

ж) наявність модифікаційного ряду контролерів;

4) характеристика блоків вводу-виводу даних:

а) можливість вводу-виводу найбільш поширеного аналогового сигналу 0-5 мА;

б) наявність вихідного дискретного сигналу 2...5 А при напрузі 220 В (для безпосереднього управління без додаткових релейних перетворювачів виконавчими механізмами);

в) іскробезпечне виконання блоків для пожежо- і вибухонебезпечних об'єктів;

г) наявність різних типів гальванічної розв'язки в залежності від особливостей заземлення датчиків і наявності електромагнітних шумів;

д) розрядність і точність перетворення;

е) наявність модифікаційного ряду блоків з різноманітністю за числом сигналів та їх параметрами;

5) характеристика пультів оператора (ПО):

а) наявність низки модифікацій ПО;

б) наявність переносних панелей для моніторингу та налагодження контролерів за місцем їх розташування;

в) наявність додаткової апаратури ПО (проекторів на екран, щитових мозаїчних мнемосхем, звукових мовних сигналізаторів);

6) динамічні характеристики:

а) мінімальний період опитування датчиків і час реакції на аварійні сигнали;

б) мінімальний період зміни даних у кадрі на ПО і зміни кадрів, а також найменший час реакції на команду оператора з пульта;

в) мінімальний час перезапуску як усієї системи, так і окремих контролерів після перерви в живленні;

7) надійність роботи, яку оцінюють з допомогою непрямих показників:

а) глибина і повнота діагностичних тестів визначення несправності компонентів ПТК;

б) можливості, варіанти і повнота резервування окремих компонентів: мереж, контролерів, блоків вводу-виводу, ПО;

в) наявність вбудованих в систему блоків UPS (акумуляторів) і час їх роботи при припиненні живлення від живильної мережі, а також можливість і тривалість перерви живлення (при відсутності UPS) без порушення функцій управління;

8) можливі характеристики оточуючого середовища:

а) діапазони температур і вологості та захист від вологості і пилу (за європейським стандартом захист – IP) ;

б) максимальний вміст агресивних газів;

в) найбільші вібрації та ударні навантаження;

г) максимальні електричні та магнітні шкідливі сигнали;

9) характеристика спеціального ПЗ:

а) програмного забезпечення контролерів, включаючи непроцедурні технологічні мови і бібліотеку програмних модулів;

б) програмного забезпечення ПО і, насамперед, SCADA-програм;

в) додаткових пакетів прикладних програм;

10) організаційно-економічні характеристики впровадження:

а) вартість ПТК і його окремих компонентів, включаючи приблизну вартість контролю одного аналогового та дискретного сигналів;

б) загальна кількість впроваджень цього ПТК на подібних технологічних комплексах;

в) терміни поставки та впровадження, форми оплати, наявність технічних і ремонтних центрів супроводження системи, гарантійні зобов'язання, варіанти навчання персоналу замовника, наявність та повнота документації на державній або російській мові.

Література для самостійної роботи: [1] С.166 – 174; [3] С. 6 – 22, 35,36, 47 – 60, 66 – 91, 192 – 196; [15]; [16]; [17].

Контрольні питання

1. Що таке структуризація системи ? Які види структур розроблюються під час створення АСКТП і що вони визначають ?

2. Що визначає загальна структура КІСК ? Які види робочих станцій і обчислювальних мереж використовуються на різних рівнях КІСК ?

3. Які задачі розв'язуються у разі розроблення програмно-технічної структури КІСК на рівні мереж ? Наведіть коротку характеристику задач вибору принципу керування мережею та мережної операційної системи.

4. Які задачі розв'язуються у разі розроблення програмно-технічної структури КІСК на рівні мереж ? Наведіть коротку характеристику задач вибору топології мережі і методу доступу.

5. Які задачі розв'язуються у разі розроблення програмно-технічної структури КІСК на рівні мереж ? Наведіть коротку характеристику задач вибору апаратного забезпечення мережі.

6. Які задачі розв'язуються у разі розроблення програмно-технічної структури КІСК на рівні мереж ? Наведіть коротку характеристику задач вибору структури бази даних (БД) та системи керування БД.

7. Які задачі розв'язуються у разі розроблення програмно-технічної структури КІСК на рівні робочих станцій і пристроїв зв'язку з об'єктом ? Наведіть коротку характеристику цих задач.

8. Які стадії має життєвий цикл програмного забезпечення ? Наведіть коротку характеристику стадій системного аналізу і проектування. Який склад і зміст документації виготовлення та супроводження програмного забезпечення ?

9. Які стадії має життєвий цикл програмного забезпечення ? Наведіть коротку характеристику стадій експлуатації та супроводження. Який склад і зміст експлуатаційної документації на програмне забезпечення ?

10. Як ставиться задача вибору програмно-технічних засобів (ПТЗ) під час її формалізації ? Які показники вибору належать до функціональних, обмежувальних (позитивних і негативних) та порівнювальних ? Як поділяють алгоритми вибору ПТЗ ?

11. Опишіть поетапно формалізовану одно критеріальну багато параметричну процедуру вибору ПТЗ. Як в цьому разі формується комплексний (глобальний) показник вибору ?

12. Опишіть поетапно формалізовану багатокритеріальну багато параметричну процедуру вибору ПТЗ. Як в цьому разі формується комплексний (глобальний) показник вибору ?

13. Який зміст мають комплексний та декомпозиційний підходи до вибору оптимальної структури КІСК ? Як визначається ієрархічність структури КІСК за декомпозиційного підходу ?

14. Який зміст мають комплексний та декомпозиційний підходи до вибору оптимальної структури КІСК? Як визначається розподіленість структури КІСК за декомпозиційного підходу ?

15. Які величини є умовами вибору програмно-технічного комплексу (ПТК) ? Наведіть їх коротку характеристику.

16. Які величини відносять до показників вибору ПТК, що характеризують структуру, стандартизацію та відкритість системи ?

17. Які величини відносять до показників вибору ПТК, що характеризують контролери та блоки введення-виведення даних ?

18. Які величини відносять до показників вибору ПТК, що характеризують пульти оператора та динамічні параметри системи ?

19. Які величини відносять до показників вибору ПТК, що характеризують надійність роботи системи та можливі параметри навколишнього середовища ?

20. Які величини відносять до показників вибору ПТК, що характеризують спеціальне програмне забезпечення та організаційно-економічні параметри впровадження ?

4. ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Загальна характеристика робіт з впровадження та супроводження АСКТП. Підготовка об'єкту. Будівельно-монтажні роботи. Комплектація системи. Пуско-налагоджувальні роботи. Спробна експлуатація. Приймальні випробування. Доробка системи. Прийом у промислову експлуатацію. Супроводження системи.

Монтаж систем автоматизації. Підготовка та виконання монтажних робіт, здача змонтованих систем. Монтаж первинних сприймаючих елементів і відбірних пристроїв. Монтаж щитів і пультів, приладів і виконавчих органів. Монтаж електричних і труб них проводок.

Основні задачі і організація служби експлуатація систем автоматизації. Основні задачі експлуатації систем автоматизації. Структура служби метрології і автоматизації харчового підприємства. Особливості організації служби автоматизованих систем керування.

Технічне обслуговування приладів та засобів автоматизації. Склад і підпорядкованість змінного персоналу. Характеристика документів технічного обслуговування. Планові та позапланові роботи.

Ремонт та повірка засобів вимірювання. Ремонт приладів. Монтажно-ремонтні роботи. Задачі та види повірки. Періодичність повірки, її проведення та оформлення результатів.

1. Загальна характеристика робіт з впровадження та супроводження АСКТП. Впровадженням (ввід у дію) АСУ – сьома стадія у життєвому циклі АСК, їй передують три допроектні стадії (формування вимог до АСУ, розроблення концепції АСУ, технічне завдання) та три проектні

проектні (ескізний та технічний проекти і робоча документація). Ця стадія поділяється на 8 етапів.

1-ий етап – підготовка об'єкта до введення АСК в дію, насамперед, організаційна:

- 1) реалізація проектних рішень з організаційної структури АСК,
- 2) забезпечення підрозділів об'єкта керування інструктивно-методичними матеріалами;
- 3) впровадження класифікатори інформації.

2-ий етап – підготовка персоналу, під час якої проводиться навчання персоналу та перевірка його можливості забезпечити функціонування системи.

3-ий етап – комплекція АСК програмними та технічними засобами: вхідний контроль комплектуючих виробів, включаючи прилади та засоби автоматизації, монтажні матеріали, організація їх зберігання і передавання при монтажі.

4-ий етап – будівельно-монтажні роботи:

- 1) будівництво спеціалізованих будівель (приміщень) для розміщення технічних засобів і персоналу АСК;
- 2) спорудження кабельних каналів;
- 3) монтаж технічних засобів і ліній зв'язку;
- 4) випробування змонтованих технічних засобів;
- 5) здача технічних засобів для проведення пуско-налагоджувальних робіт.

5-ий етап – пусконалагоджувані роботи має у своєму складі такі підетапи:

1-ий підетап: автономне налагоджування, куди входять:

- а) *підготовча операція*: перевіряють комплектність технічних засобів, наявність необхідної технічної документації, правильність монтажу;
- б) *налагодження технічних засобів*;
- в) *налагодження загального програмного забезпечення СПЗ*, як правило, за тестами;
- г) *налагодження компонентів спеціального програмного забезпечення СПЗ*;
- д) *налагодження окремих функцій – підсистем СПЗ*.

2-ий підетап: завантаження інформації у базу даних та перевірка системи її ведення.

3-ій підетап: комплексне налагодження системи своєю метою має перевірку і забезпечення правильності виконання системою її алгоритму функціонування і всіх споживчих функцій. Під час комплексного налагодження системи перевіряють інформаційний зв'язок між програмами при послідовному їх виконанні без зв'язку з об'єктом, а також взаємодію програм у реальному масштабі часу, тобто, визначення моментів і послідовності включення в роботу програми. Цю частину налагодження виконують, пов'язуючи з реальним об'єктом, і вони є частиною робіт, які проводять під час попередніх випробувань системи у цілому на працездатність.

6-ий етап – проведення попередніх випробувань складається з таких підетапів:

- 1) випробування АСК на роботу спроможність у відповідності з програмою і методикою попередніх випробувань;
- 2) усунення несправностей та внесення змін у документацію, включаючи і експлуатаційну, на АСК у відповідності з протоколом випробувань;
- 3) оформлення акта про приймання АСК у спробну експлуатацію.

Результати попередніх випробувань окремих функцій і системи в цілому оформляють протоколами, які містять відомості про умови випробувань, перелік необхідних доробок системи і терміни їх виконання, а також визначають можливість передачі окремих функцій чи системи в цілому в дослідну експлуатацію. Закінчення попередніх випробувань системи в цілому оформляють актом, який при позитивних результатах служить підставою для початку спробної експлуатації АСКТП.

7-ий етап – проведення спробної експлуатації з метою перевірки працездатності системи, готовності оперативного і ремонтного персоналу до роботи в умовах промислової експлуатації системи в межах 1-3 місяців. Спробна експлуатація включає такі основні підетапи:

- 1) спробна експлуатація АСК,
- 2) аналіз результатів спробної експлуатації,
- 3) доробка (у разі необхідності) програмного забезпечення,
- 4) додаткове налагодження (у разі необхідності) технічних засобів,
- 5) оформлення акта про завершення спробної експлуатації.

Результати спробної експлуатації оформляють протоколом, у який вносять результати аналізу, одержаної в ході спробної експлуатації інформації, висно-

вки і рекомендації (про доробку системи, представлення системи на приймальні випробовування і т.ін.).

8-ий етап – проведення приймальних випробувань, під час яких

1) проводять випробування АСК на відповідність ТЗ за програмою та методикою попередніх випробувань,

2) аналізують результати випробувань і усувають недоліки, виявлені при випробуваннях,

3) оформлюють акт про приймання АСУ у постійну експлуатацію.

Супроводження АСК – це восьма, остання стадія в життєвому циклі АСК, воно пов'язане з роботами, які виконуються за гарантійними зобов'язаннями та при післягарантійному обслуговуванні. До *гарантійного обслуговування* відносяться усунення недоліків, виявлених під час експлуатації АСК на протязі гарантійного терміна, та внесення необхідних змін у документацію на АСК. Під час *післягарантійного обслуговування* виконують:

1) аналіз функціонування системи;

2) виявлення відхилень фактичних експлуатаційних характеристик (ЕХ) АСК від їх проектних значень та встановлення їх причин;

3) усунення виявлених недоліків і забезпечення стабільності ЕХ;

4) внесення необхідних змін у документацію на АСК.

2. Монтаж систем автоматизації – це складний комплекс робіт, який виконують відповідно до проекту і діючих технічних умов, і який має три основних етапи:

1) підготовку виконання монтажних робіт;

2) виконання монтажних робіт;

3) здавання змонтованих систем автоматизації.

У ***підготовці виконання монтажних робіт*** виділяють інженерно-технічну, матеріально-технічну і організаційну підготовку. До інженерно-технічної підготовки відносять розгляд і аналіз проекту автоматизації і розробка проекту виконання робіт (ПВР). До матеріально-технічної підготовки відносять:

заготівлю матеріалів, монтажних виробів, деталей і конструкцій,

складання монтажних блоків і вузлів,

комплектацію устаткування.

Організаційна підготовка – це обладнання необхідних приміщень (майстерень, складів, тощо) на об'єкті виконання робіт, комплектування монтажних бригад, контроль і участь в установленні закладних деталей у будівельні конструкції, врізанні бобишок, штуцерів, захисних карманів у технологічне устаткування і трубопроводи й інші будівельно-монтажні роботи, необхідні для подальшого монтажу приладів і засобів автоматизації.

Виконання монтажних робіт пов'язане з установленим і закріпленим приладів і засобів автоматизації і підключення до них усіх необхідних комунікацій.

Під час ***здавання систем автоматизації*** проводять їх індивідуальне випробування, при якому

1) перевіряють відповідність змонтованих систем автоматизації робочим кресленням проекту, діючим технічним умовам і вимогам будівельних норм і правил;

2) випробовують на міцність і щільність трубні проводки;

3) перевіряють опір ізоляції проводів і кабелів.

До здачі повинні бути підготовлені такі документи:

1) перелік та коротка характеристика робіт, що здаються;

2) відомість допущених відхилень від проекту і робочих креслень та обґрунтування цих відхилень;

3) робочі креслення проекту зі змінами, внесеними у процесі монтажу;

4) акти на сховані роботи та акти проміжного приймання відповідальних конструкцій;

5) акти індивідуальних випробувань;

6) журнал виконання спеціальних робіт.

Здавання змонтованих систем автоматизації оформляють актом, після підписання якого приступають до виконання налагоджувальних робіт.

3. Основні задачі і організація служби експлуатації систем автоматизації. Головною задачею експлуатації систем автоматизації є забезпечення надійної і правильної роботи окремих ланок і всього комплексу апаратури цих пристроїв. Вирішують цю задачу за допомогою безперервного нагляду за роботою пристроїв контролю і автоматики і своєчасним усуненням усіх виникаючих дефектів. Для вирішення такої задачі на кожному підприємстві організується спеціальна служба чи служби. Роботи, які виконує служба, можна розподілити на три основні групи: поточна експлуатація при нормальній роботі установки; ремонтні роботи та монтажні-ремонтні роботи; пуско-налагоджувальні роботи.

Побудова конкретної структурної схеми служби автоматизації будь-якого підприємства і визначення чисельності персоналу служби залежить від структури підприємства, його потужності, а також кількості і складності засобів автоматизації, експлуатованих на підприємстві. На харчових підприємствах служба експлуатації систем автоматизації організується у вигляді служби метрології і автоматизації (СМіА), а при наявності АСКТП – у вигляді служби АСК.

СМіА на харчовому підприємстві великої потужності створюють у вигляді лабораторії, очолюваної головним метрологом, який підпорядкований головному інженеру підприємства, причому у склад лабораторії входять ланки:

1) метрологічного забезпечення виробництва;

2) технічного обслуговування систем автоматизації (СА) і засобів вимірювання і автоматизації (ЗВА);

3) ремонту ЗВА;

4) розвитку і впровадження систем автоматизації у виробництво;

5) повірки засобів вимірювання (ЗВ);

6) обліку, зберігання і видачі ЗВА.

На підприємствах середньої потужності СМіА створюють у вигляді лабораторії чи групи, яку також очолює головний метролог і у склад якої входять три перших ланки поєднаної структури. При невеликій кількості ЗВА за узгодженням з базовою організацією на підприємствах малої потужності допускається організація групи метрологічного забезпечення і технічного обслуговування ЗА і ЗВА у складі служби головного механіка або енергетика, який у цьому разі виконує обов'язки головного метролога підприємства.

На головному (базовому) підприємстві, комбінаті, промисловому чи агротехнічному об'єднанні можна організувати центральну лабораторію, яка крім тих ланок, що входять у склад СМіА підприємств великої потужності додатково може мати ланки:

- 1) координації і планування;
- 2) монтажу і налагодження ЗВА;
- 3) постачання і комплектації.

Центральну лабораторію очолює головний метролог базового підприємства. У складі СМіА решти підприємств об'єднання створюють ланки технічного обслуговування ЗА і ЗВА. Метролог, що очолює МС підприємства, у цьому разі підлягає головному метрологу методично.

Ланки СМ і А звичайно організують у вигляді груп, які у свою чергу складаються з бригад. Групу СМ і А очолює начальник групи (старший інженер). Старші майстри і майстри здійснюють адміністративне управління бригадами. Чисельність і склад СМ і А визначають розрахунковим шляхом з урахуванням кількості і номенклатури ЗА і ЗВА, видів і обсягу виконуваних робіт, категорії підприємства, умов експлуатації ЗА і ЗВА, умов роботи виробництва (його змінності і сезонності), рівня організації праці і установленної структури СМіА.

При наявності на підприємстві АСК служба експлуатації складається з метрологічної лабораторії і лабораторії АСУ. Перша має таку ж структуру, як і служба СМіА, і входить у вигляді самостійних ланок у службу АСК. Основні функції лабораторії АСК пов'язані з експлуатацією обчислювальної техніки і зовнішніх пристроїв. Службу АСУ підприємства очолює начальник, який одночасно виконує обов'язки головного метролога і є заступником головного інженера підприємства. У склад лабораторії АСК можуть входити такі групи: технічного обслуговування і ремонту, операторів і програмістів. У групу технічного обслуговування і ремонту входять змінні чергові з обслуговування ЕОМ і зовнішніх пристроїв та ремонтний персонал.

4. Технічне обслуговування приладів і засобів автоматизації. Основною задачею технічного обслуговування є безперервний нагляд за роботою пристроїв контролю і автоматики та створення умов, які забезпечують справність, працездатність і необхідний ресурс ЗВА у період їх експлуатації.

Змінний персонал служби СМ і А, який виконує функції технічного обслуговування входить у склад зміни технологічного цеху і тому має подвійну

підлеглість. Адміністративно і технічно він підпорядкований начальнику СМіА, а оперативно – начальнику зміни (черговому інженеру) технологічного цеху. Діяльність змінного персоналу регламентується рядом документів:

1) «Положення про СМ і А підприємства», яке включає положення про змінний персонал;

2) посадові інструкції і інструкції з робочого місця для кожного працівника зміни;

3) графік ППР (планово–попереджувальні роботи), що визначає періодичність і вид планованих попереджувальних робіт на місяць, квартал, рік;

4) журнал обліку передачі змін чергового персоналу.

У графіки ППР входять технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт. Усі роботи, виконувані експлуатаційним персоналом протягом чергування, можна умовно розподілити на планові і непланові.

У планові роботи входять:

а) систематичний обхід приміщень, у яких встановлено діюче устаткування СА і нагляд за роботою цього устаткування;

б) технічне обслуговування приладів за графіком;

в) заміна приладів, направлених у ремонт за графіком ППР;

г) виконання завдань начальника технологічної зміни з перемикання і перевірки устаткування СА;

д) ведення оперативного журналу чергового персоналу.

5. Ремонт і повірка засобів вимірювання. Ремонт засобів вимірювання

може бути *плановим*, який проводять за графіками ППР, та *позаплановий*. Необхідність планового ремонту визивається головним чином поступовим змінням їх характеристик у процесі експлуатації, що з часом призводить до зниження точності нижче допустимої. Необхідність у позаплановому ремонті виникає у результаті перевантаження приладу через його неправильний вибір чи вмикання, а також через недбале поводження з приладом. Ремонт ЗВА по можливості здійснюють у період проведення ремонту основного і допоміжного устаткування.

У залежності від характеру причин, що визвали несправність приладу, і обсягу пошкоджень розрізняють два види ремонту: поточний і капітальний. Поточний ремонт виконують, звичайно, на місці установлення силами ремонтного персоналу, але можна проводити і в ремонтній майстерні. Поточний ремонт завершує перевірка. Це мінімальний за обсягом вид ремонту. На харчових підприємствах більшість ЗВ підлягають поточному ремонту один раз у місяць, а прилади для вимірювання температури і газоаналізатори – один раз на 4 місяці.

Капітальний ремонт проводять у ремонтній майстерні СМіА, або у спеціалізованих організаціях. Капітальний ремонт ЗВА – це ремонт, при якому виконують поточний ремонт і відновлення повного чи близького до повного ресурсу з заміненням чи відновленням будь – яких деталей чи вузлів ЗВА і їх регулювання. Капремонт ЗВА на харчових підприємствах звичайно проводять один раз на 12 місяців.

Повірка засобів вимірювання. Дефекти у приладів не завжди можуть бути виявлені в процесі експлуатації, оскільки поступове змінення точності показань і якості роботи приладу здебільшого не притягає увагу персоналу. Тому необхідно систематично і планомірно перевіряти технічні характеристики приладів. Перевіряти також слід прилади після ремонту. Повірка дає можливість, по-перше, установити відповідність приладу вимогам, установленим для нього нормами, по-друге, забезпечити передачу робочим мірам і вимірювальним приладам значень одиниць вимірювання від одного й того ж еталона. Повірка в залежності від призначення і класу точності ЗВ може бути державною і відомчою.

Державній повірці відповідно до діючого стандарту з метрології підлягають вимірювальні та обчислювальні канали, які використовуються у галузях:

- 1) обліку матеріальних ресурсів;
- 2) охорони здоров'я;
- 3) виробництва та контролю продуктів харчування;
- 4) здійснення заходів щодо захисту навколишнього середовища;
- 5) охорони праці та техніки безпеки;
- 6) геодезичних та гідро-метеорологічних робіт;
- 7) операцій, що включають всі види торговельної діяльності, пов'язаної з визначенням кількості товарів чи послуг;
- 8) фасування товарів;
- 9) проведення податкових, митних та поштових операцій;
- 10) виконання робіт, пов'язаних з обов'язковою сертифікації продукції;
- 11) реєстрація спортивних національних і міжнародних рекордів.

Державну повірку проводять органи Держстандарту.

Відомчій повірці підлягають решта ЗВ, що знаходяться в експлуатації у технологічних цехах і випускаються після ремонту. Відомчу повірку виконує група повірки СМіА при умові, що підприємство зареєстроване у місцевих органах Держстандарту і останнім видані паспорти і реєстраційні свідоцтва на право проведення відомчої повірки. Повірку виконують працівники СМ і А, що атестовані у місцевих органах Держстандарту і отримали дозвіл на право проведення повірок.

Графіки державних і відомчих повірок (окремо на кожному) складає група перевірки СМ і А підприємства і після узгодження з органами Держстандарту затверджує наказом керівник підприємства. Для більшості ЗВ державні і відомчі повірки проводяться раз у 12 місяців.

У процесі повірки ведуть протокол перевірки, куди заносять її результати і висновок про придатність приладу. Кожний прилад після повірки, якщо він задовольняє установленим вимогам, пломбують чи клеймують спеціальним знаком, який засвідчує придатність приладу до експлуатації протягом певного строку. Придатність приладу до експлуатації може посвідчувати і атестат, який є разовим технічним документом, що діє від однієї повірки до другої.

Література для самостійної роботи: [11] С. 266–271, 274–279, 287–327; [6] С.291–297; [10] С. 228–286; [5].

Контрольні питання

1. Які основні етапи впровадження АСКТП ? Наведіть характеристику робіт, виконуваних на етапах підготовки об'єкта до введення АСК в дію, підготовки персоналу, кромплектації АСК програмними та технічними засобами, виконання будівельно-монтажних робіт.

2. Які основні етапи впровадження АСКТП ? Наведіть характеристику робіт, виконуваних на етапі пусконаладжуваних робіт (автономне і комплексне налагодження технічних засобів, загального та спеціального програмних забезпечень).

3. Які основні етапи впровадження АСКТП ? Наведіть характеристику робіт, виконуваних на етапах попередніх випробувань, спробної експлуатації та приймальних випробувань. Які роботи виконуються за супроводження АСК ?

4. Які роботи виконуються під час підготовки до виконання монтажних робіт ? Склад і зміст проекту виконання робіт. Яка послідовність виконання монтажних робіт і як здають змонтовані системи ?

5. Які вимоги до монтажу первинних сприймальних елементів та відбірних пристроїв, приладів і регуляторів, щитів і пультів ? Яка послідовність робіт з їх монтажу ?

6. Які вимоги і яка послідовність робіт з монтажу трубних і електричних проводок систем автоматизації ?

7. Як вибирають місце встановлення та положення термоприймачів у процесі їх монтажі ? Яка конструкція вузла їх встановлення ?

8. Як вибирають розміри ділянки стабілізації потоку у процесі монтажу звужувальних пристроїв ? Яка конструкція вузла їх встановлення для вимірювання витрат пари та рідини ?

9. Як вибирають розміри ділянки стабілізації потоку у процесі монтажу звужувальних пристроїв ? Яка конструкція вузла їх встановлення для вимірювання витрати газу ?

10. Наведіть і опишіть схему з'єднання дифманометра, що вимірює витрати пари та рідини, із звужувальним пристроєм.

11. Наведіть і опишіть схему з'єднання дифманометра, що вимірює витрати повітря та газу, із звужувальним пристроєм.

12. Наведіть і опишіть схему з'єднання дифманометра, що вимірює витрати агресивних газів та рідин, із звужувальним пристроєм.

13. Наведіть і опишіть схему з'єднання дифманометра, що вимірює витрати агресивних газів та рідин, із звужувальним пристроєм.

14. Наведіть і опишіть схему з'єднання дифманометра з резервуаром (відкритого та під тиском), де вимірюється рівень рідини із застосуванням порівнювальних посудин. Як зміниться ця схема у випадках, коли резервуаром є барабан котла і конденсатор турбіни ?

15. Які завдання та структура служби метрології та автоматизації (СМіА) ? Як змінюється структура служби зі зміною потужності підприємства ?

16. В чому полягають особливості організації служби АСК ? Яка її структура та які функції її підрозділів ?

17. Які засоби вимірювання підлягають державній повірці ? Як організують і проводять державну повірку засобів вимірювання ?

18. Які засоби вимірювання підлягають відомчій повірці ? Як організують і проводять відомчу повірку засобів вимірювання ?

19. Як організують і проводять технічне обслуговування приладів та засобів вимірювання і автоматизації ?

20. Як організують і проводять ремонтні роботи у процесі експлуатації систем автоматизації ?

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. *Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник / А.П.Ладанюк, В.Г.Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д.Цюцюра.* – К.: Аграрна освіта, 2001.

2. *Емельянов А.И., Капник О.В.* Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справоч. Пособ. – М.: Энергоатомиздат, 1983.

3. *Кулаков Ю.А., Луцкий Г.М.* Локальные сети. – К.: Юниор, 1998.

4. *Методичні вказівки до проектування пунктів управління мікропроцесорних систем автоматизації в курсовому й дипломному проектуванні / Уклад.: В.Г. Трегуб.* – К.: КТІХП, 1993.

5. *Монтаж средств измерений и автоматизации: Справочник / Под ред. А.С. Ключева.* – М.: Энергоатомиздат, 1988.

6. *Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справоч. пособ. / под ред. А.С.Ключева.* – М.: Энергоатомиздат, 1990.

7. *Проективання систем автоматизації: Метод. вказівки до викон. курс. проекту для студ. спец. 21.03.05 ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: В.Г.Трегуб.* – К.: УДУХТ, 1994.

8. *Проективання систем автоматизації. Програмне забезпечення комп'ютерно-інтегрованих технологій: Метод. вказівки до розроблення програмного забезпечення безщитових пунктів управління у курс. та диплом. проектуванні для студ. ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: І.В.Ельперін, В.Г.Трегуб, А.П. Ладанюк, В.М.Кушков, В.В.Авдєєнко.* – К.: УДУХТ, 1997.

9. *Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / Под ред. А.С.Ключева.* – М.: Энергоатомиздат, 1991.

10. *Трегуб В.Г., Ладанюк А.П.* Проектирование. монтаж и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств. – М.: Легк. и пищев. пром-сть, 1981.

11. *Трегуб В.Г., Ладанюк А.П., Плужников Л.Н.* Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации в пищевой промышленности: Учеб. для вузов. – М.: Агропромиздат, 1991.

12. *Трегуб В.Г.* Проективання, монтаж та експлуатація систем автоматизації: Навч. посіб. – К.: НМК ВО, 1990.

Допоміжна

13. *Ельперін І.В.* Промислові контролери: Навч.посіб. – К.: НУХТ, 2003.
14. *Журнал «Компьютерное обозрение».* – 2001. – № 46. – С.20 – 25.
15. *Журнал «Харчова промисловість».* – 2001. – №1(46). – С.33 – 36.
16. *Інформаційний бюлетень «Schneider electric SAC».* – 1998. – Вип.5. – С.15 – 17.
17. *Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем: Метод. вказівки до викон. курс. проекту для студ. ден. та заоч. форм навч. / Уклад. В.Г.Трегуб, А.П. Ладанюк, І.В.Ельперін.* – К.:НУХТ, 2002.

ЗМІСТ

Вступна тема	..3
Тема 1. Проектування пунктів управління	...3
<i>Контрольні питання</i>	...10
Тема 2. Проектування ліній зв'язку	...12
<i>Контрольні питання</i>	...19
Тема 3. Особливості проектування комп'ютерно-інтегрованих систем керування	... 20
<i>Контрольні питання</i>	...31
Тема 4. Впровадження та експлуатація систем автоматизації	...33
<i>Контрольні питання</i>	...40
Література	... 41