

## 3.6 Діагностика стану комплексу технічних засобів



**Діагно́стика** — галузь знань, що вивчає теорію і методи організації процесів постановки діагнозу про стан технічних об'єктів, а також принципи побудови засобів діагностування. Під діагностикою КІСУ розуміється комплекс програмних і технічних засобів, задіяний для виконання діагностичних функцій. Розрізняють убудовану діагностику (знаходиться усередині програмованих контролерів, мікропроцесорних регуляторів, пристроїв зв'язку з об'єктом і т.д.) і зовнішню (реалізована як зовнішня діагностична станція, що відображає стан складного керованого об'єкта).

Убудована діагностика повинна мати два режими: обов'язковий – при будь-якій вмиканні системи керування, і розширений – вмикається за бажанням з більш детальною діагностикою окремих модулів і вузлів АСУ з метою локалізації несправності чи настроювання параметрів системи. Усі повідомлення убудована діагностика повинна видавати на власний дисплей діагностованого пристрою.

Діагностування датчиків та виконуючих пристроїв здійснюється пристроями зв'язку з об'єктом. Для полегшення задач діагностування слід застосовувати датчики з вихідним сигналом 4–20 мА. Тоді струм, менший за 4 мА, однозначно свідчить про несправність. Цілям діагностики служать і алгоритми контролю тренду і виходу за апаратні уставки.

Ряд апаратних засобів КІСУ оснащується системами самодіагностування.

Призначенням систем самодіагностування і тестування контролерів є забезпечення оперативного виявлення несправностей апаратних засобів контролера, а також програмних помилок.

Розрізняють апаратні і програмні засоби самодіагностування.

Апаратні засоби видають інформацію у вигляді світлових індикаторів, які розташовані на лицьових панелях модулів. Їх стан дає можливість візуально визначити працездатність контролера і окремих його модулів. Програмне самодіагностування виконується в кожному робочому циклі контролера, результати записуються у пам'ять контролера і використовуються алгоритмами реагування системи на відповідні помилки.

Детальніше виявити причини порушення працездатності контролера дають змогу системи діагностування, які запускаються з терміналів або пультів програмування. Ці системи дають можливість швидко визначити причини відмов контролера.

При проектуванні систем діагностики технічних засобів КІСУ слід керуватися наступними правилами.

Зовнішня діагностика повинна надавати інформацію у вигляді розгорнутої структури відеокадрів. На кореновому відеокадрі повинна бути представлена інформація про поточний режим і стан об'єкта керування, його основних компонентів, основна технологічна інформація, аварійна сигналізація.

**ПОМЕЩЕНИЕ 1**

ГТЗА

ГМН1 ГМН2

**ПОМЕЩЕНИЕ 2**

ПН1

ПН2

ПН3

**ПОМЕЩЕНИЕ 3**

ЦН1 ЦН2 ЦН3

АТГ1

МН1 МН2

**ПРЕВЫШЕНИЯ**

ДАТА	ВРЕМЯ	ОБЪЕКТ	УЗЕЛ	ЗОНА	ТРЕНД	ИНФ
05.03.13	22:32:10	П2/ПН2	ПШ-4	3	P	M
10.04.13	16:12:18	П1/ГМН2	ПШ-2	3	C	M
22.05.13	09:12:41	П3/ЦН3	ЭС-4	3	P	M
27.06.13	19:11:07	П4/АТГ1	ПШ-4	3	P	D
13.08.13	16:12:39	П3/ЦН2	ПШ-2	3	P	M
19.09.13	03:01:53	П3/ЦН1	ПШ-2	4	P	D

**РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИКИ**

ДАТА	ВРЕМЯ	ОБЪЕКТ	УЗЕЛ	ДИАГНОЗ
27.06.13	19:11:07	П4/АТГ1	ПШ-4	средний дефект смазки
19.09.13	03:01:53	П3/ЦН1	ПШ-2	сильный дефект смазки

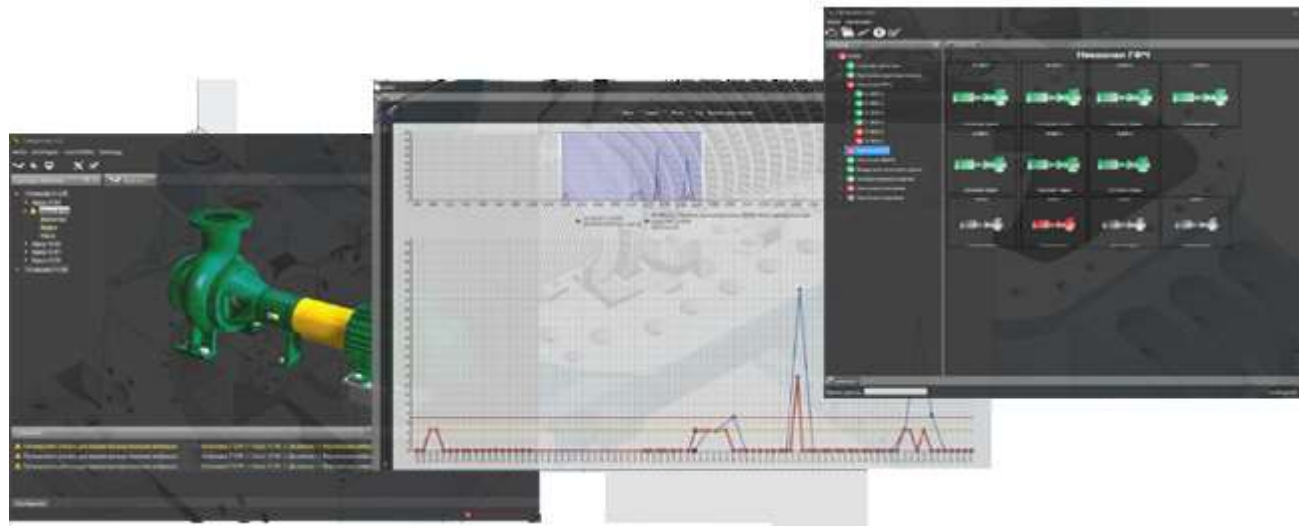
**РЕКОМЕНДАЦИИ ТО**

ПОХОД	БАЗА
проветилировать насос	ревизия ПШ
<b>останов насоса</b>	ревизия ПШ, замена смазки

**ОТКАЗ ИЗМ. ОБОР.**

ДАТА	ВРЕМЯ	ОБЪЕКТ	УЗЕЛ	ЭЛЕМЕНТ
15.05.13	18:33:21	П4/АТГ1	ПШ-3	ДВ

Докладна інформація з поточного стану, локалізації джерел і причин устанавлення поточного стану, перешкодах до переходу до необхідного стану й інша специфічна інформація, у тому числі стосовна до конкретних елементів устаткування, повинна надаватися окремими відеокадрами.



Відеокадри однотипного устаткування повинні бути максимально уніфіковані.

На усіх відеокадрах повинна бути наскрізна інформація (умовний сигнал чи рядок текстового повідомлення) про наявність інформації про аварію, несправності, останови і попередження. Повинна бути реалізована функція вказівки швидкого переходу до екранів, призначених для візуалізації розгорнутих варіантів вказаних повідомлень.

При представленні інформації повинна виконуватись загальноприйнята угода по кольорам:

- **червоний** - аварії і несправності;
- **жовтий** – попередження;
- **зелений** - нормальні, відповідні технології сигнали, повідомлення і стани;
- інші кольори вибираються по зручності сприйняття;
- миготіння – може використовуватися для виділення, локалізації першоджерела інформації, щоб звернути увагу до зміни стану якого-небудь сигналу, підказки оператору шляху доступу до інформації і т.д.

Повинна бути розроблена система допомоги (підказки) з роз'ясненнями по змісту, умовним позначкам і активним клавішам.

Повинна бути передбачена можливість централізованого установлення календарного часу керуючих обчислювальних пристроїв з боку АСУ верхнього рівня.

Також повинен бути розроблений відеокадр **самої системи діагностики**, що відображає справність окремих (складових) частин системи діагностики.

Обсяг інформації, наданий системою діагностики, повинен включати діагностичну, технологічну і статистичну інформацію, як по усіх функціях технологічного устаткування, так і по роботі системи керування.

Діагностична інформація повинна формуватися і надаватися у відповідності з наступними рівнями пріоритету:

- а) **аварії** - аномалії, при яких необхідно перервати будь-який режим роботи з ввімкненням аварійних ланцюгів, щоб уникнути погрози травмування обслуговуючого персоналу, поломки устаткування чи випуску бракованої продукції;
- б) **несправності** - аномалії в роботі пристроїв, механізмів, що виявляються в не виконанні ними своїх функцій;
- в) **останови** - припинення роботи устаткування за допомогою виконання штатних функцій без включення аварійних ланцюгів, включаючи технологічні останови;
- г) **попередження** - повідомлення про події, що вимагають від обслуговуючого персоналу виконання яких-небудь дій для забезпечення ефективної, надійної і якісної роботи устаткування відповідно до обраного режиму і технологічного процесу;
- д) інформація, що відображає стан устаткування технологічного процесу і зв'язків із суміжним устаткуванням.



Для однозначного визначення причини будь-якого переривання в роботі машини, викликуваного аваріями, несправностями чи остановами, або причини невиконання керуючих дій діагностика повинна:

- а) стежити за поточним станом систем і елементів устаткування і тим, що повинно виконуватися в кожен момент часу по всіх задачах керування (наприклад, при натиснутій кнопці переміщення виконавчого механізму в ручному режимі);
- б) при перериванні в роботі устаткування чи невиконанні керуючих дій – аналізувати виконання робочої програми і стан елементів та систем з метою виявлення всіх діючих першопричин цих відхилень;
- в) діагностика повинна реєструвати і зберігати інформацію про причини відхилень у роботі устаткування;

г) видавати всі діючі першопричини відхилень у наступному вигляді:

- тип відхилення в роботі устаткування (аварія, несправність, останов, невиконання керуючого впливу);
- вхідний сигнал контролера з коментарем, що стан цього сигналу є першопричиною відхилення в роботі устаткування;
- для механізмів, що рухаються: адреса з коментарем вихідного сигналу, у результаті вмикання/вимикання якого повинен установитися необхідний стан вхідного сигналу;
- локалізація джерела сигналу-першопричини відхилення в роботі устаткування за допомогою умовного символу на мнемосхемі устаткування відповідно до територіального розташування джерела відхилення.

Діагностика повинна забезпечити виявлення причини короточасних несанкціонованих вмикань/вимикань вихідних сигналів (наприклад, через несправність датчиків). За запитом оператора повинна зареєструвати і надати оператору на станції діагностики адресу і коментар вхідного сигналу контролера, що є причиною короточасного несанкціонованого вмикання чи вимикання заданого оператором вихідного сигналу.

Діагностика повинна відображати поточні режими роботи і стану основних систем і функціональних частин устаткування.

Інформація повинна видаватись з режимам роботи, несправностям і помилкам окремих електронних пристроїв АСК і її елементів (джерело і код помилки з коментарями) з точністю до змінного модуля чи окремої електронної плати, із указівками на необхідність заміни цих пристроїв.

Станція діагностики повинна відображати наступну **статистичну інформацію**:

- статистику простоїв устаткування за поточну і попередню зміни;
- таблиці продуктивності за поточну і попередню зміни;
- поточний графік робочого часу, централізований календарний час у контролерах, що виконують статистичні функції;
- іншу необхідну інформацію.

У протоколі, що друкується на станції діагностики, повинна фіксуватися за поточну і попередню зміни і відображатися за запитом оператора інформація про аварії, несправності і попередження з указівкою першопричини і часу початку і закінчення подій. Діючі (не усунуті) причини повинні бути виділені окремо.

## 3.7 Методи підвищення надійності КІСУ



Надійність технічних засобів може досить точно визначатися такою характеристикою, як «число годин напрацювання на відмову».

Проте через високу надійність сучасних обчислювальних елементів і плат, наскрізного контролю блоків і конструктивів у процесі їхнього виготовлення відмови в роботі компонентів КІСУ дуже рідкі, і набрати статистичний матеріал для розрахунку напрацювання на відмову виробники, як правило, не можуть.

Характеристики надійності звичайно оцінюють непрямыми показниками і можливостями КІСУ:

- глибиною і повнотою діагностичних тестів визначення несправностей в окремих компонентах КІСУ;
- можливостями, варіантами і повнотою резервування окремих компонентів КІСУ: мереж, контролерів, блоків уведення-виведення, пультів оператора, серверів;
- наявністю убудованих у систему блоків безперебійного живлення (UPS) і часом їхньої роботи при припиненні живлення від мережі, а також можливістю і тривалістю перерви у живленні (при відсутності UPS) без порушення функцій керування.

Локальна АСУ ТП і КІСУ мають загальну особливість: обидві системи автоматизації можуть цілком вийти з ладу, якщо лише в одному компоненті системи (комп'ютері, з'єднаному з контролерами чи мережею контролерів) виникне несправність.

Якщо які-небудь компоненти виробничого процесу (чи весь процес) є критично важливими чи вартість зупинки виробництва дуже висока, виникає необхідність побудови резервованих систем. У системах з резервуванням вихід з ладу одного компонента не спричиняє зупинку всієї системи. Реалізацію резервування більшості компонентів системи підтримує, наприклад, програмне забезпечення для керування виробничими процесами (SCADA-система).

Але використання резервування і його повнота прямо зв'язані з вартістю системи. Тому в розроблювальній системі автоматизації важливо правильно оцінити необхідність і бажаний вид резервування різних частин КІСУ.

Розподіл процесів керування і контролю по декількох комп'ютерах, об'єднаних у локальну мережу, і використання архітектури «клієнта-сервер» дозволяють підвищити ефективність і швидкість роботи всієї системи, спростити створення резервованих систем.

У простій системі комп'ютер, з'єднаний із промисловим устаткуванням, стає сервером, призначеним для взаємодії з контролерами, у той час як комп'ютери локальної мережі – клієнтами.

Коли комп'ютеру-клієнту потрібні дані для відображення, він запитує їх у сервера і потім обробляє локально.

Для забезпечення резервування в систему може бути доданий другий (резервний) сервер, також призначений для взаємодії з промисловим устаткуванням. Резервний сервер не повинний при цьому цілком дублювати роботу основного, оскільки в цьому випадку обидва сервери взаємодіють з контролерами, подвоюючи навантаження на промислову мережу, скорочуючи, таким чином, загальну продуктивність.



Звичайно в клієнт-серверній архітектурі з контролерами взаємодіє тільки основний сервер. Одночасно він обмінюється даними з резервним сервером, постійно оновлюючи його статус. якщо обмін даними з основним сервером припиняється, резервний сервер приймає рішення, що основний вийшов з ладу і бере його функції на себе.

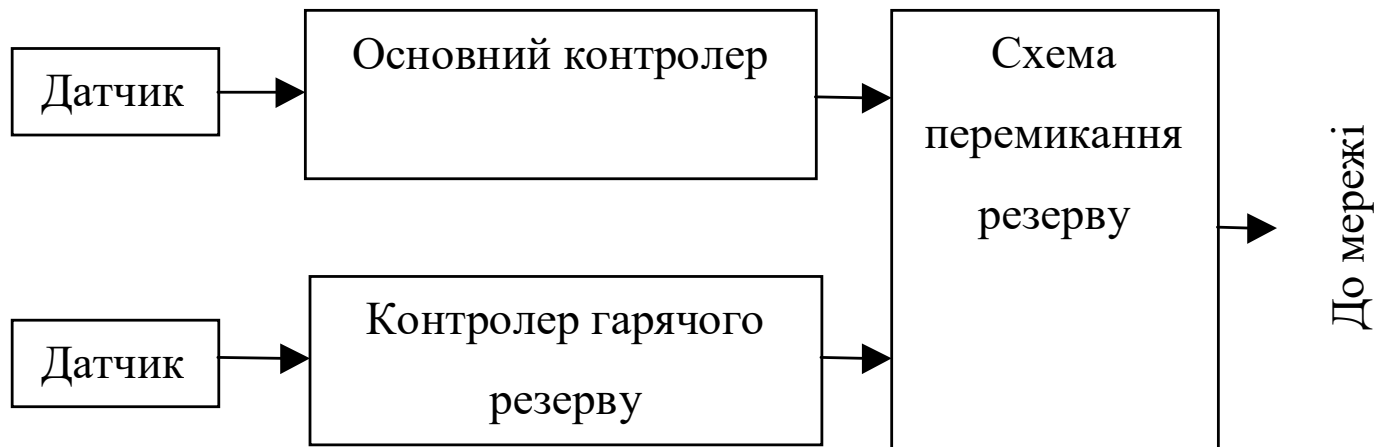
- *Резервування на рівні задач.* Багато сучасних SCADA-програм дозволяють організувати резервування системи на рівні задач, наприклад, уведення-виведення з підтримкою баз даних реального часу (БД РЧ), обслуговування тривоги (алармів), архівування даних, організації звітів, обробки графічної інформації й ін. Кожна з цих задач підтримує свою базу даних незалежно від інших задач, так що можна дублювати кожну задачу окремо. Якщо основний сервер деякої задачі, наприклад, сервер тривоги, виходить з ладу, усі клієнти одержують дані з відповідного резервного сервера.

- *Резервування мережі.* Резервування серверів і робочих станцій істотно підвищує надійність системи. Однак, якщо виходить з ладу мережа, порушується і керування на всіх клієнтських комп'ютерах. Використання додаткової резервної мережі забезпечує стабільність роботи системи у випадку виходу з ладу основної мережі.
- *Резервування зв'язку з контролером.* У більшості контролерів можна організувати додатковий зв'язок між сервером введення-виведення і польовим пристроєм – датчиком або виконавчим механізмом. Наявність додаткового каналу зв'язку гарантує збереження обміну даними при виході з ладу основного каналу. Якщо обмін даними порушується (наприклад, відбувся обрив кабелю), SCADA-система робить переключення на резервний канал. Зворотний перехід на основний канал звичайно відбувається після відновлення фізичного з'єднання.

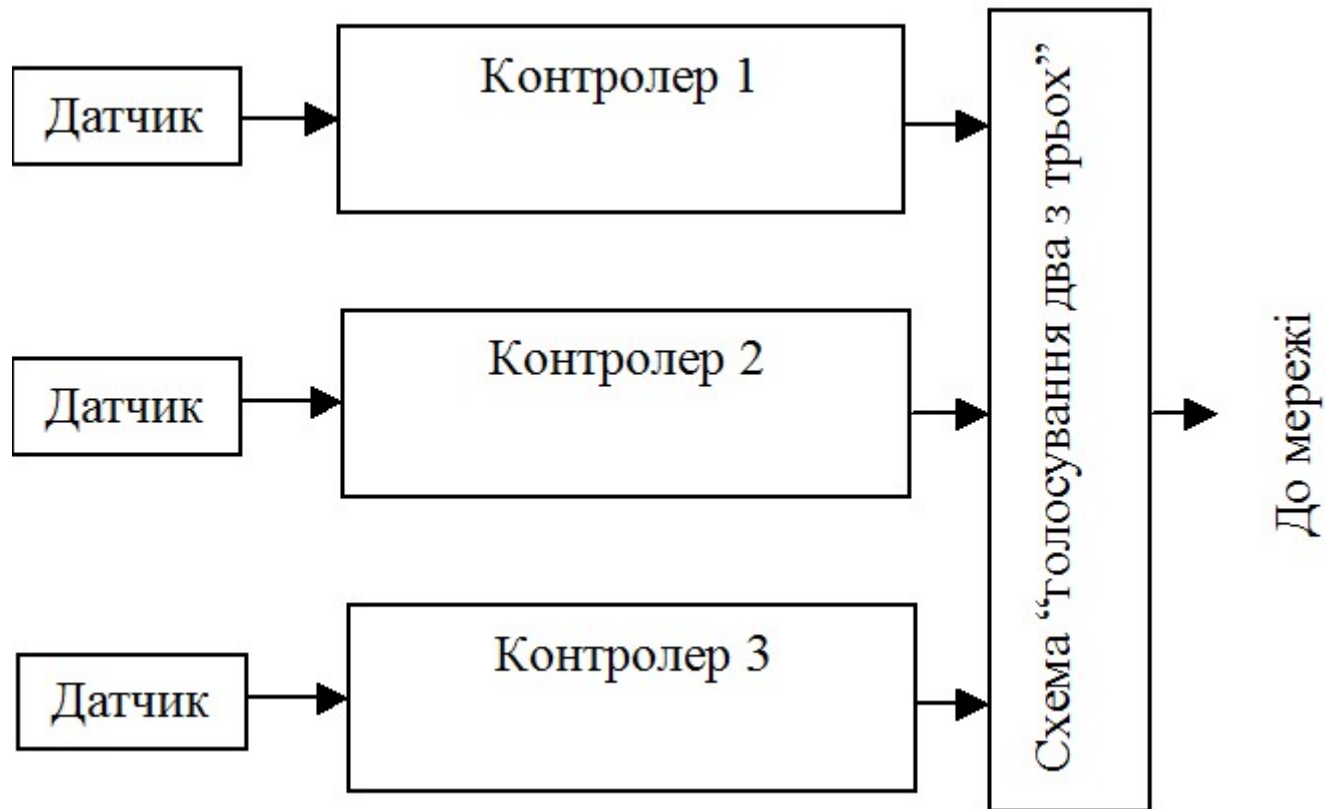
- *Резервування контролерів* звичайно здійснюється двома шляхами:
  - апаратне резервування: при цьому резервуватися можуть як окремі вузли контролера, так і весь контролер у цілому; основні і резервні вузли контролера, як правило, розташовані в одному корпусі і зв'язок між ними здійснюється по внутрішньоконтролерній шині;
  - резервування з використанням мережі контролерів: при цьому способі резервуються контролери в цілому, і їхня взаємодія здійснюється за допомогою мережевого зв'язку.

При керуванні потенційно небезпечними виробництвами, де потрібно підвищена надійність керуючих контролерів, застосовуються різні способи резервування:

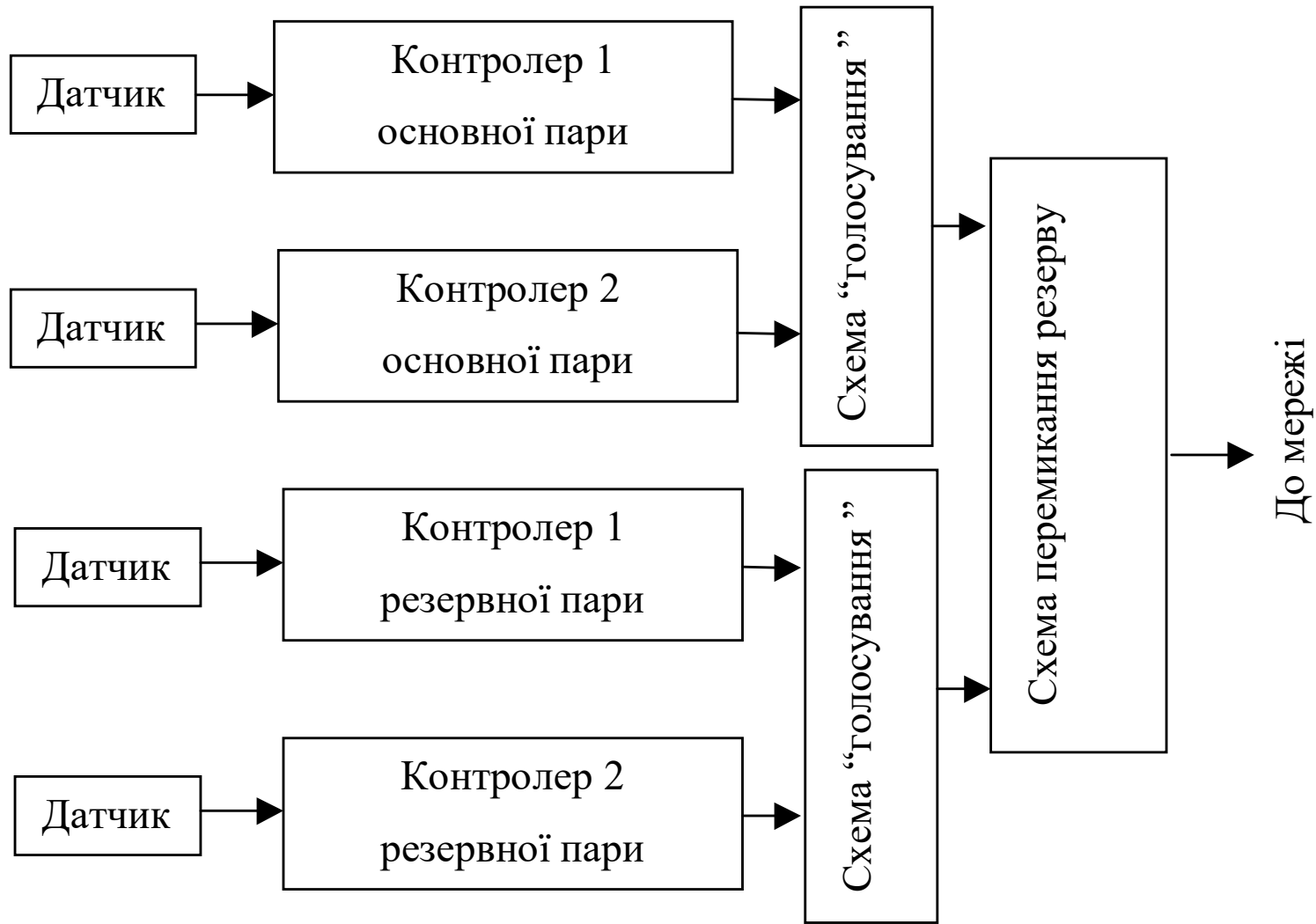
а) гаряче резервування окремих компонентів і/або контролера в цілому (при непроходженні тесту в робочому контролері керування переходить до другого контролера);



б) використання схеми потроєння з «голосуванням» результатів обробки сигналів усіма контролерами групи. При цьому за вихідний сигнал приймається той, котрий видали більшість контролерів групи, а контролер, що дав інший результат, вважається несправним;



в) використання схеми, побудованої на принципі «пара і резерв».



Тут паралельно працює пара контролерів з «голосуванням» результатів, і аналогічна пара знаходиться в гарячому резерві. При виявленні відмінностей результатів роботи першої пари контролерів керування переходить до другої пари. Постійно проводиться тестування першої пари, у випадку короткочасного випадкового збою керування повертається до першої пари. У протилежному випадку, якщо знову діагностується несправність, керування залишається в другій парі контролерів.