

6.3 Автоматизовані системи комплексної технічної діагностики енергетичних об'єктів із застосуванням архітектури «класної дошки»

До теперішнього часу основна увага в енергетиці України приділялася автоматизації завдань технологічного управління процесами та об'єктами, тобто створення АСУ ТП на рівні енергоблоків, електростанцій і енергосистем. У результаті був досягнутий певний техніко-економічний ефект у частині підвищення безпеки, надійності й економічності електростанцій; поліпшення умов праці персоналу; підвищення культури експлуатації та інших чинників. Що ж стосується завдань економічного керування і контролю діагностичного стану енергообладнання, що знаходиться в експлуатації, то їх автоматизація в складі АСУ електростанцій обмежується окремими прикладами. Водночас необхідність автоматизації цих завдань з метою підвищення ефективності енерговиробництва, попри актуальність, поки що не реалізована повною мірою.

Складні об'єкти, до яких відносять енергоблоки ТЕС і АЕС, характеризуються різноманіттям структури, багатозв'язністю; можливістю зміни складу і стану, різноманіттям природи елементів, багатокритеріальністю і багатомірністю [377].

Практика показує, що досягнення максимального ефекту при мінімальних витратах досягається при переході на стратегію технічної експлуатації елементів електростанції (включаючи їх постанову на технічне обслуговування і / або вивід до ремонту) за фактичним технічним станом.

Адекватне діагностичне забезпечення означає, перш за все, можливість отримання якісної вихідної інформації щодо параметрів і властивостей технічного стану елементів, важливих для безпечної та надійної експлуатації ТЕС та АЕС, з подальшим переходом до прогнозування їх наявного (залишкового) ресурсу до граничного стану, а також ймовірнісної оцінки економічного й екологічного ризику можливих аварій.

Автоматизована система комплексної технічної діагностики (АСК ТД), що розробляється для будь-якого енергетичного об'єкта, повинна розглядатися як

цілісний комплекс, на якому необхідно вирішувати завдання функціонального, методичного, алгоритмічного, інформаційного, програмно-технічного й організаційного забезпечення.

Якщо в якості об'єкта АСК ТД розглядати енергоблок як основний структурний елемент електростанції, то завдання, які будуть вирішені, можуть бути умовно розділені на дві основні групи, одна з яких включає завдання оперативного діагностування, спрямованого на поліпшення поточних експлуатаційних характеристик обладнання, а інша – включає оперативне діагностування й одночасно спрямована на визначення темпу спрацьовування і прогнозування залишкового ресурсу основних елементів обладнання з урахуванням фактичних характеристик конструкційних матеріалів.

Вирішальною умовою реалізації завдань діагностування є ретельне опрацювання системних питань створення АСК ТД. До числа вимог, які безумовно повинні бути пред'явлені до систем подібного роду відносяться:

- забезпечення приживлюваності діагностичних завдань;
- забезпечення працездатності та надійного функціонування завдань, стійкості їх до дії систематичних і випадкових помилок, а також відмов у каналах вимірювань;
- можливість тиражування системи;
- комплексний характер вирішення діагностичних завдань в їх взаємозв'язку, обумовленим єдністю технологічного процесу енергоблока;
- максимальне використання засобів обчислювальної техніки в прийнятті діагностичних рішень, відборі та концентрації інформації;
- можливість кількісного аналізу якості та результатів роботи діагностичної системи.

Як відомо, АСУ ТП орієнтована на безпечну, надійну й економічну експлуатацію електростанцій. Об'єктом застосування АСК ТД є технічний стан обладнання, технічних процесів та їх поведінки під дією різних експлуатаційних навантажень, включаючи ефекти, пов'язані зі старінням обладнання. Очевидно,

що АСК ТД повинна бути зістикована з АСУ ТП з урахуванням технічного, людського та організаційного факторів.

Система контролю й управління енергоблоком повинна забезпечувати автоматичну і / або автоматизовану діагностику стану і режимів експлуатації, в тому числі й самодіагностику технічних і програмних засобів.

Для здійснення автоматизованого моніторингу, діагностики та інформаційної підтримки життєвого циклу обладнання енергоблоків може бути використана концепція «класної дошки» [378].

Концепція «класної дошки» була запропонована в 80-х роках ХХ століття з метою розробки розподілу потоків інформації між безліччю гетерогенних проблемно орієнтованих агентів. Назва була вибрана для використання метафори, згідно з якою група експертів розташовується навколо класної дошки для спільного розв'язання комплексної проблеми. В цьому випадку класна дошка використовується як центральне сховище всієї загальнодоступної інформації. Такою інформацією можуть бути факти, припущення і висновки, які сформульовані системою в ході розв'язання проблеми. Кожен експерт, спираючись на інформацію, вміщену на класній дошці, робить свій унікальний внесок у хід розв'язання проблеми, використовуючи власну стратегію пошуку рішення.

Крейда для запису нової інформації на класну дошку контролюється модератором, який виконує роль арбітра між експертами, що конкурують за право зробити запис. Функція модератора – визначити, який експерт в цей момент часу більше всіх проник в суть проблеми або зробив найбільш вагомий висновок.

Сесія розв'язання проблеми починається з моменту опису модератором на «класній дошці» специфікації проблеми із зазначенням відомих фактів і припущень. Як тільки один з експертів виявляє сприятливу можливість для застосування його спеціальних знань до розв'язання проблеми в її поточному описі, він вимагає уваги модератора. Модератор вибирає серед висновків і пропозицій експертів, які привернули його увагу на даному етапі обговорення,

найзначніші та завдає їх на дошку. Цей процес повторюється багато разів до тих пір, поки проблема не буде вирішена.

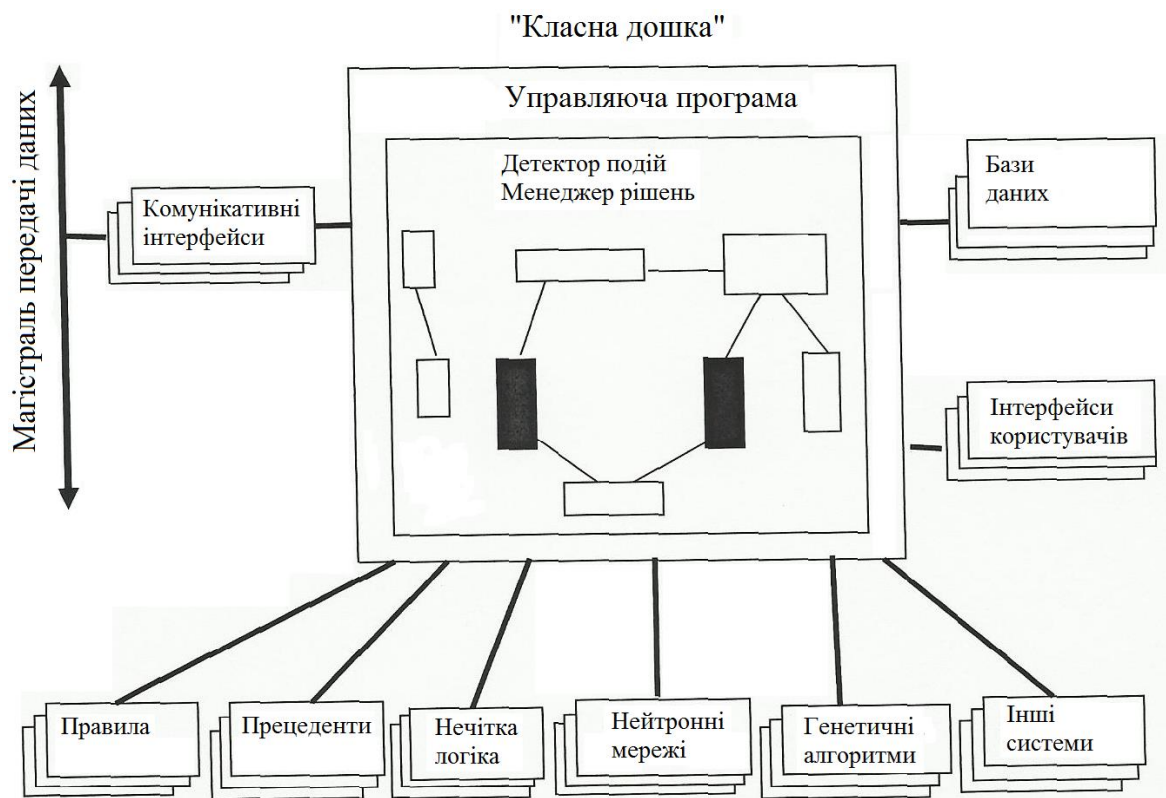
На відміну від звичайних експертних систем, що обмежують уявлення знань єдиною парадигмою, архітектура «класної дошки» має унікальну здатність об'єднувати будь-які методи та засоби обробки знань: від систем, основаних на звичайних математичних залежностях і жорстких правилах, до систем, що реалізують елементи штучного інтелекту або парадигму нечіткої логіки. Більш того, архітектура «класної дошки» легко взаємодіє з будь-якими програмними платформами без необхідності суттєвих витрат часу і коштів на їх перероблювання і модифікацію наявний на електростанції програмного забезпечення. Як правило, це веде до швидкого впровадження системи з мінімальними затримками на налагодження.

На малюнку 1 показана схема одного з можливих варіантів реалізації архітектури «класної дошки» для енергетичних об'єктів.

У більш точному варіанті «класна дошка» може бути охарактеризована як база даних, що зберігає робочу інформацію системи розв'язання проблем. Експерти – модульні програмні підсистеми, звані ресурсами знань, які реалізують різні точки зору на проблему, різні стратегії її дозволу і засновані на різних видах обробки інформації. Такими експертними модулями-ресурсами знань можуть бути:

Системи, засновані на правилах;

- системи, засновані на прецедентах;
- нейронні мережі;
- системи з нечіткою логікою;
- системи, що реалізують генетичні алгоритми;
- традиційні (звичайні процедурні) програмні системи.



Мал.1. Структурна схема реалізації архітектури «класної дошки»

Модератор представлений програмою, що керує, яка складається з детектора подій і менеджера рішень. Програма організовує взаємодію між базою даних, ресурсами знань і зовнішніми джерелами інформації, такими як користувачі, модулі моніторингу та діагностики, а також інші інформаційні системи електростанції. Детектор подій оновлює базу даних інформацією від зовнішніх джерел. Менеджер рішень вибирає і заносить в базу даних інформацію, надану ресурсами знань, таким чином, щоб кожний наступний запис уточнював попередні.

У наукових колах застосування і розвиток експертних систем архітектури «класної дошки» визнано надзвичайно перспективним напрямком інвестування засобів і докладання зусиль розробників, які обіцяють значний економічний ефект від впровадження. На базі такої архітектури може бути створена потужна, надійна, гнучка система загального призначення, придатна для використання в широкому діапазоні предметних областей.

Для розробників така система надає цілий ряд безперечних переваг:

1) інтеграція різних ресурсів знань, чітко контрольованих програмою, що керує;

2) модульність – кожен з ресурсів знань незалежний від інших, що суттєво полегшує розробку, розвиток і підтримку системи;

3) гнучкість – архітектура «класної дошки» дозволяє адаптувати додатки до мінливих вимог набагато більш гнучко і легко, ніж звичайне процедурне програмне забезпечення;

4) повторне використання програм, котре досягається трьома шляхами:

- незалежність і модульність ресурсів знань передбачає, що наявні ресурси знань можуть бути досить просто впроваджені в новий додаток;

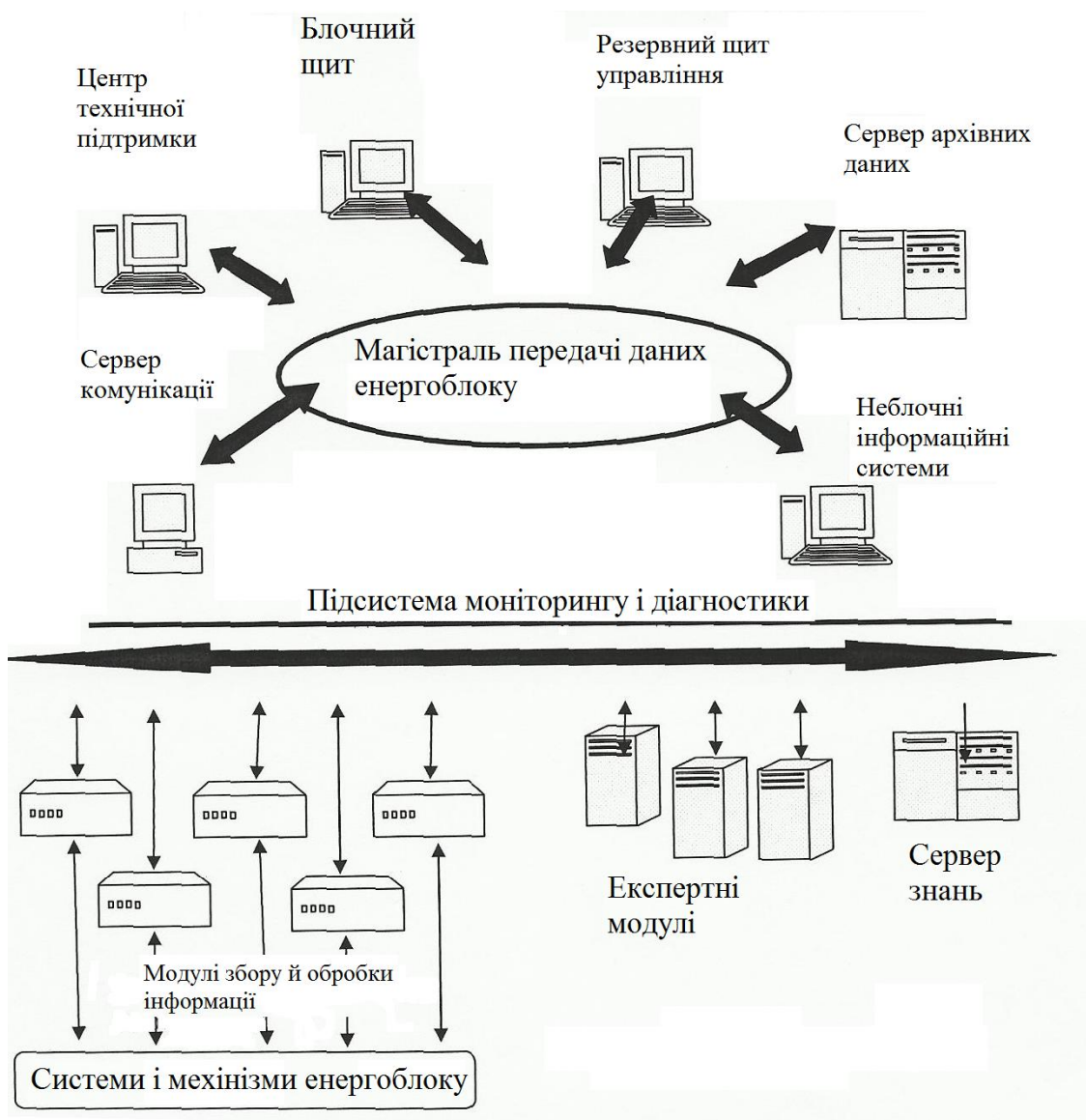
- раніше інвестовані в традиційне програмне забезпечення засоби можуть бути збережені, оскільки це програмне забезпечення впроваджується в систему у вигляді ресурсу знань;

- архітектура «класної дошки» є програмно-незалежною і може бути легко застосована до нових прикладних областей;

5) масштабованість – нові ресурси знань можуть бути розроблені та впроваджені в наявну систему без внесення в неї будь-яких змін.

Можливі області застосування архітектури «класної дошки» включають високорозвинені системи безпеки та моніторингу обладнання підприємств, системи діагностування зносу виробничого обладнання, а також системи планування використання виробничих ресурсів.

На малюнку 2 наведений принцип реалізації архітектури «класної дошки» для енергоблоків електростанцій.



Мал. 2. Принцип реалізації архітектури «класної дошки» для енергоблоків електростанцій

Персонал електростанції в наочному вигляді та в логічно організованому порядку отримує інформацію, яка характеризує поточний стан обладнання енергоблока, що працює. Крім надання екранних форм, графіків і таблиць, система формує короткі висновки щодо функціонування та технічного стану устаткування, засновані на використанні підключаємо експертних модулів. Для того, щоб надати персоналу можливість максимально раннього виявлення пошкоджень обладнання і порушень в його роботі, до системи можуть підключатися складні спеціалізовані програмні модулі.

Шляхом відстеження параметрів функціонування різних систем і механізмів, виконується раннє виявлення відхилень від нормального стану до того, як ці відхилення призводять до відмов і аварій. Енергогенерувальна компанія отримує економічний ефект від використання системи шляхом реалізації технічного обслуговування за станом і скорочення часу вимушених простоїв обладнання.

До типових видів інформації, які надаються системою на базі архітектури «класної дошки», відносяться наступні:

- дані щодо параметрів процесів, які надходять за технологічними та магістралями АСУ ТП, що керують, від обчислювальних систем електростанцій, і з інших джерел;

- дані моніторингу та діагностики, що вводяться як вручну, так і отримані від спеціалізованих модулів збору та обробки даних. Застосовувані модулі дозволяють отримувати відомості про такі чинники деградації обладнання, як вібрація, корозія й ерозія, напруги й втома металів і інші. Модулі можуть контролювати різні види обладнання: насоси, клапани, реактори, теплообмінники, турбіни, генератори та інше обладнання;

- дані про поточний склад обладнання;

- інформація про конструктивні характеристики обладнання: конструкторські специфікації, експлуатаційні параметри, параметри продуктивності.

- записи про експлуатацію і технічне обслуговування устаткування: архівні дані про напруження, несправності, заходах технічного обслуговування і ремонтах, нормативні документи, процедури та методики технічного обслуговування;

- інформація засобів планування простоїв обладнання й управління завданнями технічного обслуговування.

Програмне забезпечення характеризується простим у використанні графічним інтерфейсом користувача в поєднанні з розвиненими засобами розробки та налаштування.

Графічний інтерфейс організований таким чином, що структура наданої інформації логічно прив'язана до внутрішньої моделі обладнання електростанції. Ця модель показувати фактичну конфігурацію обладнання, в якій ієрархічно представлені всі суттєві структури, системи та компоненти, а також зв'язки між ними. Інтерфейс дозволяє користувачеві здійснювати «навігацію» по всьому обладнанню енергоблока. При цьому на кожному кроці «навігації» графічний інтерфейс зображати поточне положення користувача в структурі обладнання, логічно пов'язані з цим положенням структури, системи та компоненти, а також види доступною в поточний момент інформації.

Усі показники функціонування і продуктивності зображатися в реальному масштабі часу, що характерне також і для їх експертних оцінок не тільки для окремих одиниць обладнання, але і для систем електростанції в цілому. Подібне поєднання діагностичної та синтетичної інформації різних рівнів узагальнення дозволяє забезпечити глибоке розуміння стану обладнання станції. Найбільш важливою перевагою такого рішення є те, що інформація є керівництвом до дії для різних категорій персоналу.

Ядром підсистеми моніторингу та діагностики на базі «класної дошки» є єдине сховище даних (сервер знань), з яким оперують всі модулі, пристрої та зовнішні системи, що підключаються до підсистеми. Подібне архітектурне рішення дозволяє організувати ефективну взаємодію численних модулів, а також широкого кола комп'ютерних систем енергоблока, станції та енергогенерувальної компанії, що використовують і поповнюють загальну базу знань. При цьому нова або оновлена інформація з однієї програми стає доступною будь-яким іншим додаткам. Наприклад, прогнози відмов обладнання або систем, сформовані модулями моніторингу і діагностики, можуть стати доступними для модулів планування робіт з технічного обслуговування. В результаті, експлуатація обладнання енергоблоків може бути значною мірою оптимізована для забезпечення максимального виробництва електроенергії.

Суттєва відмінність АСК ТД на базі архітектури «класної дошки» від АСУ ТП та інших інформаційних систем, що забезпечують оперативне управління

енергоблоком – здатність забезпечити всебічне розуміння обслуговчим персоналом динаміки поведінки систем і устаткування електростанції. Несприятливі фактори експлуатації, виміряні модулями моніторингу і діагностики, ідентифікуються, систематизуються, зіставляються з історичними даними, з даними про поточний стан обладнання і трансформуються в прогнозну інформацію рівня систем енергоблока або станції в цілому. В результаті, створюються умови для виявлення корінних причин проблем експлуатації обладнання, можуть бути сплановані та виконані запобіжні заходи, а також вжито необхідні коригувальні заходи щодо системи технічного обслуговування. Таким чином, керівництво, інженерні служби та сервісні підрозділи електростанції опановують повний контроль над обладнанням, отримуючи можливість оптимізувати техніко-економічні показники його експлуатації та забезпечити максимальний економічний результат для енергогенерувальної компанії.