

АРХІТЕКТУРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ І ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

Гульовата Х.Г., Цмоць І.Г., Пелешко Д.Д.

Вступ. Багатство надр України на мінеральні води, ненасиченість ринку, зростаюча популярність споживання мінеральних вод сприяє подальшому збільшенню кількості підприємств, які займаються їх добуванням та промисловим розливом. На території Західної України, а особливо Прикарпаття, присутня значна кількість джерел мінеральних вод, які експлуатуються з допомогою спеціалізованих свердловинних установок. Процес видобування та контролю якості мінеральної води здійснюється згідно з нормативною базою, у якій зазначаються кондиційні показники якості мінеральних вод, напрями і способи застосування, висновки щодо можливості їх промислового розливу [1-4].

Безпосередній контроль за видобутком мінеральної води здійснюється за допомогою аналогових телемеханічних систем [5], які на сьогоднішній день є фізично зношеними і морально застарілими. Ці системи не задовольняють сучасних вимог щодо оперативного контролю як характеристик мінеральних вод, так і обладнання, що використовується для їх видобутку.

Метою дослідження є розробка архітектури автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод, яка повинна забезпечувати контроль роботи обладнання свердловини, оптимізувати видобуток мінеральної води, покращити процес аналізу її стану за рахунок додаткового параметру контролю індексу структурованості води, який характеризує інформаційну складову мінеральної води [6-8].

1. Формування вимог до автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод

Автоматизована система моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод призначена для виконання двох функціонально розрізаних процедур: процесу видобутку та дослідження характеристик мінеральних вод.

Вимоги до процесу видобутку мінеральних вод ґрунтуються на особливостях роботи свердловин, швидкодії сприйняття і обробки інформації та полягають у здійсненні: оперативного аналізу роботи обладнання, грозозахисту обладнання, захисті від перевантаження та несанкціонованого доступу та контролі кліматичних умов експлуатації. Окрім цього, у процесі розробки автоматизованої системи необхідно враховувати такі фактори, як технічний рівень, якість, надійність роботи та собівартість підсистеми. Територіальна розосередженість свердловин вимагає включення до складу контрольованих пунктів вузлів діагностики з автоматичною передачею даних на верхній рівень системи. На основі діагностичної інформації слід генерувати рекомендації щодо оптимізації режиму роботи свердловини та здійснювати прогноз роботи глибинного обладнання, на основі якого може вирішуватись задача планування підземних ремонтів і проведення геолого-технічних заходів.

З врахуванням постійного зростання вартості електроенергії доцільною є оптимізація видобутку мінеральної води шляхом зменшення витрат на енергоносії, спрацювання обладнання та збільшення міжремонтного періоду. Для отримання оперативних даних щодо витрат електроенергії необхідно синхронізувати дані давачів зусилля та положення штока насосної установки. Дана інформація повинна доповнюватись командами телеуправління для включення та відключення двигуна, а також даними вузлів контролю, які фіксують спроби несанкціонованого втручання в роботу насосної установки. У процесі видобутку мінеральної води з метою забезпечення нормального функціонування насосної установки, рекомендується здійснювати контроль метеорологічних умов, а саме: атмосферного тиску, температура повітря, рівня опадів тощо. Крім того, така автоматизована сис-

тема може бути використана в системах сповіщення про надзвичайні ситуації (наприклад, повені), забезпечуючи оперативну передачу даних моніторингу.

Таким чином автоматизована система моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод повинна забезпечувати:

- оперативний контроль, телеуправління та аналіз роботи обладнання;
- захист обладнання від перевантаження та несанкціонованого доступу;
- контроль кліматичних умов (атмосферний тиск, атмосферна температура, рівень атмосферних опадів) та введення зображень структури води;
- передачу даних через інформаційний канал на верхній рівень системи і відображення на екранах моніторів групи комп'ютерів у вигляді графіків за заданий період часу;
- архівацію отриманих даних;
- генерацію звітів про результати моніторингу за заданий період часу.

Вимоги до процесу дослідження характеристик мінеральних вод. Відповідно до нормативних документів ДСТУ 878-93 „Води мінеральні питні. Технічні умови”, ГСТУ 42.10-02-96 „Води питні мінеральні лікувальні. Технічні умови”, ДСТУ 878 „Води мінеральні природні фасовані. Загальні технічні умови” та СанПіН 2.1.4.1116-02 „Вода фасована” контроль якості питних мінеральних вод доцільно здійснювати за такими фізико-хімічними показниками [1-3,9]: мінералізація; електропровідність; температура; грубодисперсні домішки; органолептичні характеристики (запах, мутність, кольоровість, прозорість), водневий показник (рН), окислювально-відновлювальний потенціал (Еh), кислотність, лужність. Відповідно до [4,10] контроль трускавецьких мінеральних вод здійснюється за двома органолептичними та чотирма узагальненими якісними показниками. Контроль більшості із наведених показників здійснюється в лабораторних умовах і відображається у спеціальному звіті.

Слід зазначити, що жоден із згаданих параметрів не враховує характер структури мінеральної води [11]. Грунтуючись на результатах передових світових досліджень до переліку контрольованих параметрів пропонується віднести ще один – показник структурованості води, який доцільно визначати кристалооптичним методом як індекс симетрії замороженого у лід зразка води [6-8].

Проведений аналіз показує, що автоматизована система моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод повинна здійснювати:

- автоматичне вимірювання температури, рівня і здійснення відбору води в свердловинах;
- передачу даних через інформаційний канал на верхній рівень системи для наступної обробки;
- дослідження фізико-хімічних та органолептичних показників отриманого зразка води;
- дослідження показника структурованості води;
- внесення отриманих показників до бази даних;
- формування звітів про динаміку зміни якісних показників води.

2. Вибір принципів побудови автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод

В основу побудови автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод пропонується покласти принципи, які дозволять зменшити вартість, терміни і розширити галузі їх застосування. Аналіз показує, що забезпечити такі вимоги можна при використанні таких принципів побудови:

- модульності, який передбачає реалізацію основних компонентів автоматизованої системи реалізовані у вигляді функціонально завершених пристроїв;
- змінного складу обладнання, який передбачає наявність ядра системи та змінних модулів;

- конструктивної простоти, при якій реалізація структурних одиниць є максимально простою, що забезпечує легкість створення та нарощування системи;
- відкритості програмного забезпечення автоматизованої системи, що передбачає максимальне використання стандартних драйверів, програмних засобів і забезпечення можливості його нарощування та вдосконалення.

Модульне виконання пристроїв автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод забезпечує можливість поступового розширення можливостей системи без надмірних початкових витрат та використання обладнання в інших галузях, наприклад у системах екологічного моніторингу середовища.

3. Архітектура автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод

Автоматизовану систему моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод пропонується побудувати як трирівневу ієрархічну систему, до складу якого входять уніфіковані блоки керування контрольованих пунктів (КП) і центральний сервер, які з'єднуються між собою за допомогою каналів зв'язку. Детальніше розглянемо склад та функції кожного рівня автоматизованої системи [12,13].

1-й рівень. Локальні засоби керування і захисту свердловинної установки. Вони встановлюються в блоку керування свердловинної установки і забезпечують оперативне відключення установки при аварійних ситуаціях з видачею сигналізації на верхній рівень.

2-й рівень. Засоби оперативного контролю і функціональної діагностики з використанням системи телемеханіки. Первинною інформацією для них є динамограма.

3-й рівень. Алгоритми і програми всебічної діагностики з видачею рекомендацій для покращання режиму роботи насосної установки та засоби контролю та аналізу складу мінеральної води.

Засоби 1-го і 2-го рівнів разом із первинними перетворювачами і телемеханічними каналами зв'язку утворюють автоматизовану систему керування і оперативного контролю за роботою насосних установок з використанням ПК і контролера на базі спеціалізованої автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод [12], що значно підвищує ефективність процесу видобутку мінеральної води та експлуатації існуючого обладнання.

Структура контрольованого пункту. КП територіально розташований біля кожної свердловини. Він автономно та циклічно формує інформаційний масив і передає його по виклику від персональний комп'ютер (ПК). Структура КП, який здійснює контроль і керування роботою насосної установки, наведена на рис.1. До складу апаратури КП входять: давачі атмосферного тиску, атмосферних опадів, температури та рівня; електродвигун; блок керування, який складається з пускачів, автоматів для запуску електродвигуна, роз'єднувачів, клеми для зовнішніх підключень давачів, електродвигуна та ліній зв'язку; телемеханічний пристрій який складається з вузлів вводу аналогових сигналів, вводу дискретних сигналів, виводу та контролю команд керування; контролера (вузла центрального процесора); джерела живлення.

Структура пункту керування. Діагностика обладнання проводиться на пункті керування. Центральним вузлом блоків керування є контролери виготовлені на базі мікропроцесора AT89C52. Цей процесор має 8 КБайт програмованої флеш-ПЗП, 256 КБайт ОЗП, 32 канали вхід-вихід, три 16-розрядні таймери, шестивекторну дворівневу структуру переривань, повний подвійний послідовний порт і тактовий генератор.

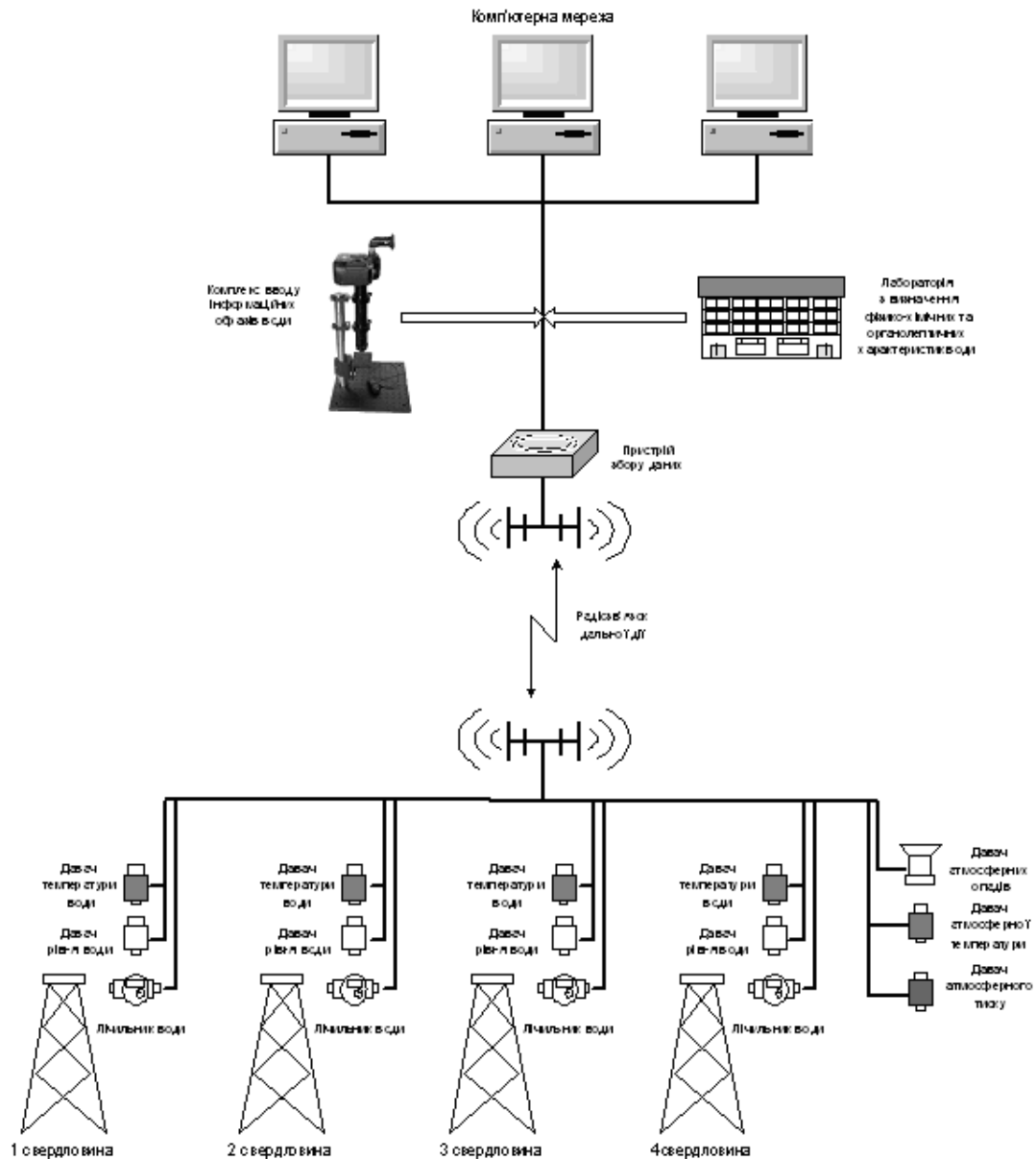


Рис.1 Структура контрольного пункту

Контролери забезпечують:

- перетворення первинної інформації від датчиків;
- формування і видачу повідомлень про аварії на КП з класифікацією та визначенням їх характеру;
- захист електрообладнання при порушенні регламентних режимів роботи;
- сигналізацію про несанкціонований доступ до обладнання КП;
- накопичення даних про біжучі значення контрольованих параметрів за цикл вимірювання;
- підтримання протоколу обміну даними по різних каналах зв'язку;
- функції ретрансляторів при обміні даними між контролерами і сервером.

На диспетчерському пункті (ДП) встановлюється центральний сервер, який керує роботою контролерів. Сервер циклічно опитує всі контролери системи, архівує дані про контрольовані технологічні параметри і режими роботи технологічного обладнання

Вибір каналів та розробка системи зв'язку. До ДП може бути підключено від 1 до 32 фізичних ліній зв'язку (фідерів), до кожної з яких, в свою чергу, під'єднується від 1 до 25 КП. На рис.2. наведена структурна схема системи телеконтролю з використанням провідного каналу зв'язку.

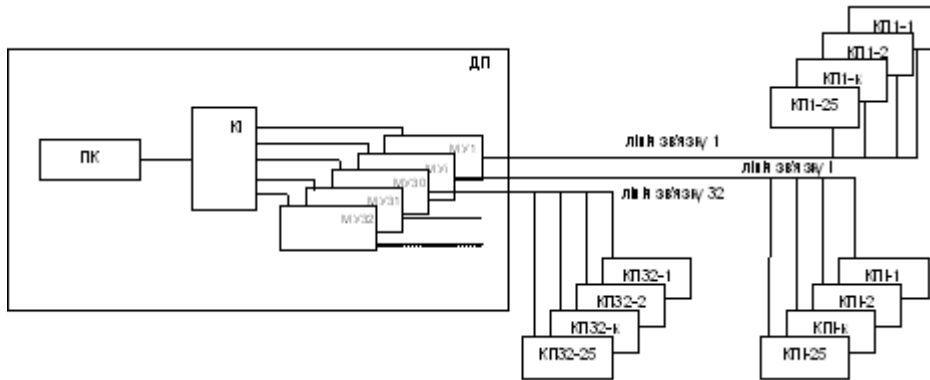


Рис.2 Структурна схема системи телеконтролю з використанням провідного каналу зв'язку

Оскільки якість існуючих промислових провідних ліній є низькою, то перевага надається радіоканалу. Для цього на свердловинах необхідно додатково встановити радіомодеми з вихідною потужністю 5-35 Вт, що працюють в діапазоні ультракоротких хвиль. Структура такої системи показана на рис.3.

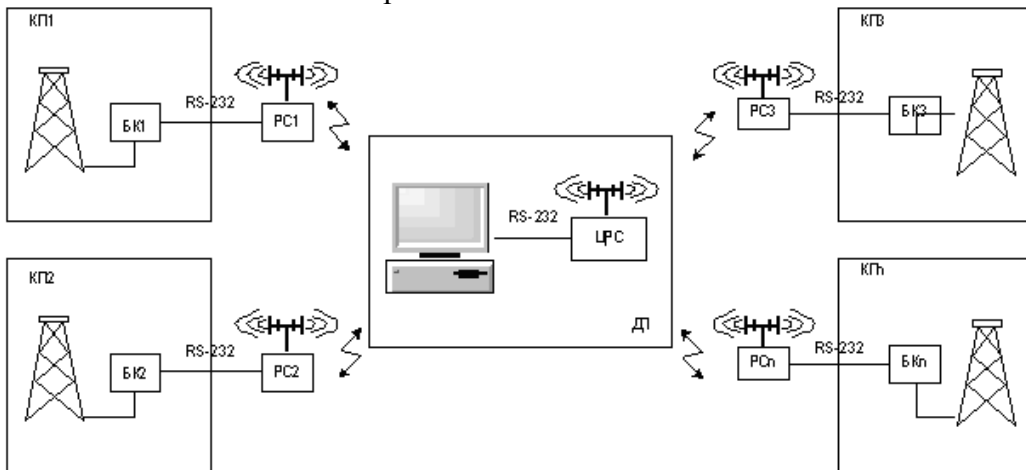


Рис. 3 Структурна схема системи телеконтролю з використанням радіоканалу

Система може мати й іншу структуру побудови, яка залежить від географічного розташування свердловин (свердловини можуть знаходитись у зонах, закритих для проходження радіосигналів) та наявних провідних каналів зв'язку. У цьому випадку для трансляції сигналів може використовуватись радіорелейна лінія і система буде мати комбіновану структуру (рис.4).

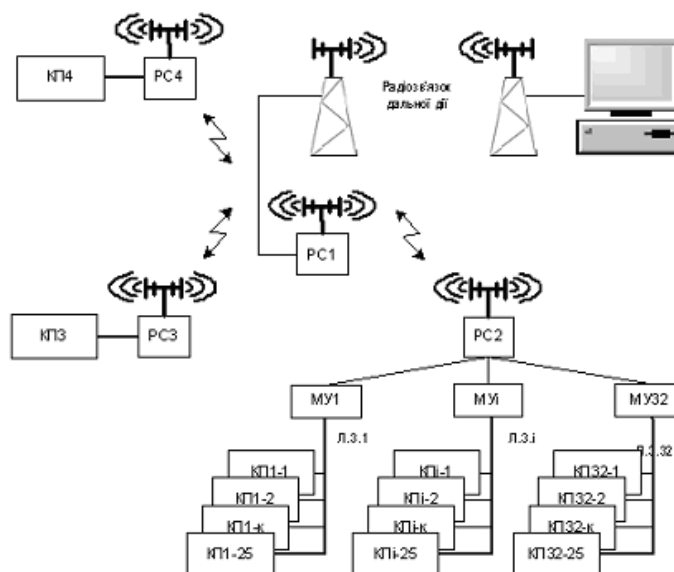


Рис.4 Структурна схема системи з використанням комбінованих каналів зв'язку

Причому, до радіостанції радіорелейної лінії інформація від КП передається частково тільки по радіоканалу (КП3, КП4), а частково з використанням провідних ліній зв'язку, під'єднаних через універсальні модеми до радіостанцій.

До складу комбінованої системи зв'язку входять:

- р/канал дальньої дії і сервер центрального пункту керування ЦПК-р/вежа;
- комбінована мережа, в склад якої входить k каналів р/зв'язку $PC_0 \Leftrightarrow PC_k$ з переходом через модем універсальний MU_k (концентратор) на провідний канал зв'язку, до якого послідовно під'єднуються від 2-х до 16 об'єктів КП, компактно розташованих на місцевості. Швидкість обміну інформацією вибирається з врахуванням реального співвідношення робочих сигналів і завад в каналах зв'язку з ряду 50,100,200,300,600,1200 біт/с;
- р/зв'язок $PC_0 \Leftrightarrow PC_m \Leftrightarrow PC_i$ до окремих об'єктів КП_i, які знаходяться в закритих зонах проходження р/сигналів, з додатковими функціями ретранслятора сигналів;
- прямий р/зв'язок ближньої дії $PC_0 \Leftrightarrow PC_n$ для окремих n-об'єктів КП_n;

Слід зауважити, що використання кожного з каналів зв'язку має свої переваги та недоліки, тому на нашу думку комбінована структура системи є найбільш оптимальною за ефективністю передачі сигналів в умовах гірської місцевості.

ЦПК забезпечує можливість одночасного використання у системі різних типів каналів: радіозв'язок – провідний зв'язок, та навпаки, при будь-якому співвідношенні кількості каналів кожного типу. Загалом, незалежно від вибраних каналів зв'язку, структурна схема системи автоматизованого контролю має вигляд, наведений на рис.5

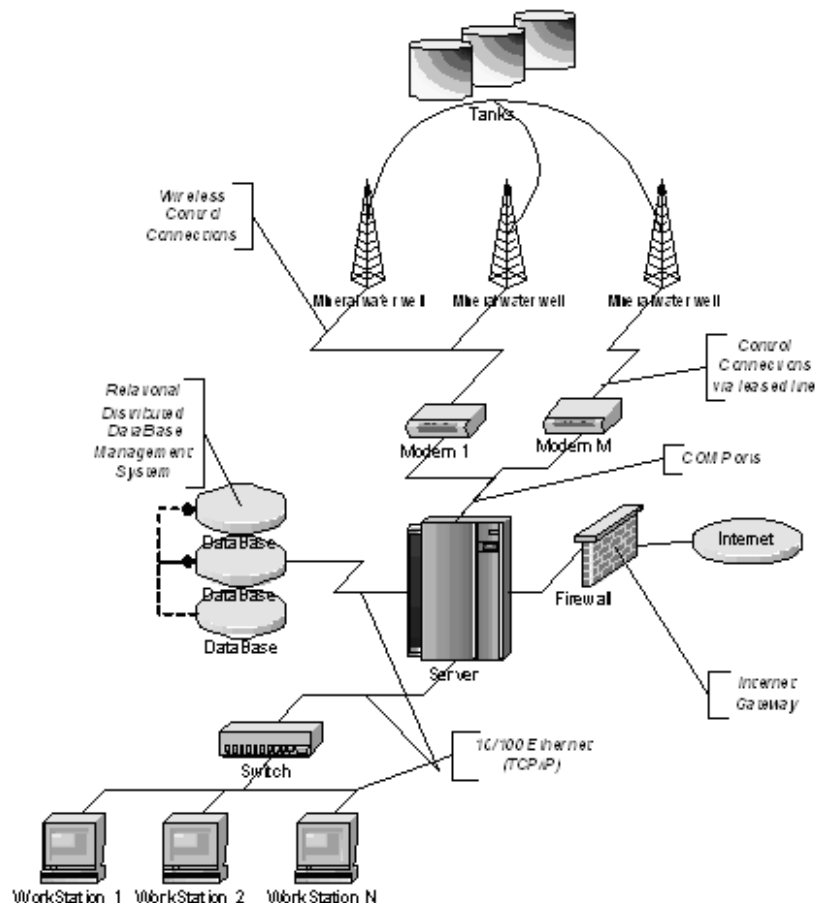


Рис.5 Структурна схема системи автоматичного контролю

Кожен КП, через модеми. (радіо чи лінійні, залежно від географічного розташування свердловини) з'єднується через виділений канал з сервером автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод. На рис.5 це *Wireless Control Connections* та *Control Connections via leased line* відповідно Фізичний зв'язок модемів із сервером забезпечується системою (гідрою) COM-портів.

Логічно програмне забезпечення автоматизованої системи має дві частини: серверну і клієнтську. Серверна частина розміщується на ЦПК, а клієнтська – на робочих місцях користувачів (WorkStations).

Користувачі за допомогою клієнтської частини програмного забезпечення взаємодіють з сервером через локальну мережу (10/100 ТСР/ІР).

Уся інформація, для забезпечення функціонування автоматизованої системи, зберігається в СУБД, яка може бути розподіленою чи віддаленою. В останньому випадку доступ до СУБД також забезпечується засобами ТСР/ІР.

Структура комплексу вводу інформаційних образів води. На основі попередніх досліджень виконана розробка вимог до комплексу вводу інформаційних образів води, що є компонентом автоматизованої системи моніторингу і дослідження характеристик мінеральних вод. При проектуванні комплексу застосовувався інтегрований підхід, який охоплює апаратні, алгоритмічні і програмні засоби та сучасну елементну базу. Розроблено структуру програмних та апаратних засобів комплексу, яка наведена на рис. 6.



Рис. 6 Структура програмних і апаратних засобів комплексу вводу інформаційних образів води

Дані, отримані з допомогою комплексу вводу інформаційних образів води, передаються на верхній рівень автоматизованої системи моніторингу і дослідження характеристик мінеральних вод, де здійснюється наступне їх опрацювання. Програмне забезпечення робочої станції комп'ютерної мережі містить такі компоненти:

- інтелектуальні засоби розпізнавання, класифікації, пошуку інформації. Вони реалізовані як програмні засоби пошуку за зразком, класифікації інформаційних образів води з використанням нейронних мереж;
- засоби обробки, аналізу інформаційних образів води, реалізовані як спеціалізовані програмні засоби опрацювання конкретного класу зображень із застосуванням нейронних мереж;
- база даних результатів проведених досліджень з інтелектуальними засобами пошуку зображень та даних. База даних містить інформацію про проведені експерименти, їх параметри, допоміжну інформацію разом із інформаційними образами води.

Застосування комплексу вводу інформаційних образів води у складі автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод дозволить якісніше та різносторонньо проводити дослідження структурних ознак води. Комплекс забезпечить проведення досліджень у контрастно-фазовому режимі за методом темного поля, допоможе систематизувати та класифікувати результати досліджень морфологічних змін кристалів льоду, індукованих різнорідними енергетично-інформаційними впливами.

Висновки.

Розроблено архітектуру автоматизованої системи моніторингу та дослідження характеристик мінеральних вод, яка забезпечує оперативний контроль роботи обладнання свердловини, оптимізує видобуток, покращує оперативний контроль характеристик мінеральної води. Додатково в склад автоматизованої системи введено апаратно-програмні засоби вводу інформаційних образів води, які забезпечують якісніше та різносторонньо проводити дослідження структурних ознак води. Використання розробленої автоматизованої системи забезпечить: зменшення затрат електроенергії, збільшення міжремонтного періоду роботи та підвищення оперативності контролю як обладнання свердловини, так і характеристик мінеральних вод.

There are describe automated control system for the monitoring and research of mineral water. The requirements and construction principles for this system are formulated.

1. ДСТУ 878-93 „Води мінеральні питні. Технічні умови”.
2. ГСТУ 42.10-02-96 „Води питні мінеральні лікувальні. Технічні умови”.
3. ДСТУ 878 „Води мінеральні природні фасовані. Загальні технічні умови”.
4. СанПіН 2.1.4.1116-02 „Вода фасована”.
5. Абрикин А.Л., Хирных Л.А. Телемеханизация добычи нефти. – М.: Гостехиздат, 1962. –289 с.
6. Гочарук В.В., Бердышев Г.Д. Структура воды и ее биологическое значение // Український бальнеологічний журнал, 1999. – Львів. – Т.1. – №1. – С.85-9.
7. Івасівка С., Цмоць І.Г., Гульовата Х.Г. Інформаційна технологія дослідження інформаційних властивостей мінеральних вод // Second International Conference on Computer and Information Technologies for scientist, experts, graduates and undergraduates. – Л.: Вид-во НУ „Львівська політехніка”, 2007. – С.263-264.
8. Гульовата Х.Г., Цмоць І.Г., Войчишин К.С. Інформаційна технологія контролю та дослідження характеристик мінеральних вод // Вісник національного університету „Львівська політехніка” „Комп’ютерні науки та інформаційні технології”. – 2007. – №598. – с. 126-132.
9. В. Гончарук, В. Архипчук, Г. Терлецька, Г. Корчак Комплексна оцінка якості фасованих вод // Вісник НАН України. – 2005. – №3. – С.47-58.
10. В. Шестопалов, Н. Моїсеєва, М. Дружина, Г. Ясевич Лікувальні властивості мінеральних вод типу „Нафтуса” і методи їх консервації // Вісник НАН України. – 2005. – №10. – С.15-25.
11. Antonov A., T. Galabova, Proc. of the 6-th Nat.Confer. on Biomed. Physics and Engeneering, Sofia, Oct.22-24, 1992.- pp. 60-61.
12. Б.Калужний, Д.Пелешко, А.Маляр, Р.Яремко. Проектування системи автоматичного контролю і керування глибиннопомповим видобутком нафти. Технічні вісті, 2002. – 1(14), 2(15) . – С. 87-95.
13. М.Желена. Информационные технологии в бизнесе. – Питер, Москва, 2002. - 1117с.