

УДК 004

М.Тимчук, магістр гр. КН-22М-2*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ, ОБРОБКИ ТА ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ОБ'ЄКТУ МОНІТОРИНГУ У МЕРЕЖІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Об'єктом дослідження є процес збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Предметом дослідження є методи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Методи дослідження базуються на методах теорії телекомунікацій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Чимала кількість промислових виробництв має розподілений характер. Під розподіленістю розуміється територіальний поділ функціональних виробничих ділянок-вузлів, що реалізують технологічні функції, і їхня територіальна далекість від центрального вузла – ядра системи, у якому приймається те або інше рішення про порядок реалізації технологічного циклу. З обліком істотної географічної розподіленості вузлів технологічного виробництва, їхнього великого числа, складності реалізованих ними функцій, завдання приймаче-передачі, обробки первинних даних і вироблення відповідного керуючого рішення може бути досить складним. Тому дистанційний моніторинг і управління віддаленими об'єктами – досить важливе й актуальне завдання, рішення якого складається із двох аспектів:

- принципове рішення про метод, спосіб збору первинних даних з об'єктів контролю й управління, і передачі їх у центральний вузол системи (диспетчерський пункт);
- технічного рішення про систему дистанційного моніторингу й управління, що реалізує вище позначені принципи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.
- Дослідження системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.
- Програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.

Об'єктом дослідження є процес збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.

Предметом дослідження є методи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.

Методи дослідження базуються на методах теорії телекомунікацій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Через широке поширення телемеханічних систем з використанням SCADA (WebSCADA), слід зазначити наступні особливості застосування цих програмно-апаратних систем:

– програмно-апаратне рішення припускає, як мінімум, двосерверну конфігурацію. При цьому один із серверів (SCADA), будучи пов'язаним із пристроями (контролерами) нижнього рівня по виділених каналах зв'язку (в основному, електричні сигнали промислових стандартів: струм, напруга, послідовні імпульсні/цифрові інтерфейси), виконує функції приймаче-передачі, обробки, візуалізації, зберігання даних. Інший сервер (WebSCADA), реалізований на базі виділеного Internet-сервера зі статичною IP-адресою й пов'язаний з першим згаданим сервером по каналах Intranet/Internet, реалізує «експозицію» даних в Web, тобто приймаче-передачу їхнім віддаленим користувачам. Дана двосерверна конфігурація не є оптимальною з погляду компактності, функціональності й вартості;

– тип устаткування, установлюваного на нижньому рівні системи, строго застережений у відповідному переліку SCADA, і пов'язаний з набором установлюваних на нижньому рівні пристроїв і їхніх драйверів. Це, у свою чергу, вводить обмеження по номенклатурі застосовуваної апаратної частини;

– кількість точок уведення/виводу даних на нижньому рівні системи, так само як і кількість точок доступу до даних системи, строго регламентується придбаними програмними засобами й ліцензіями. Розширення системи у всіх відносинах може бути пов'язане з істотною переконфігурацією, придбанням додаткового програмного забезпечення, драйверів, ліцензій, що істотно стримує подальший розвиток телемеханічної системи.

У силу відзначених особливостей і обставин застосування SCADA (WebSCADA) у телемеханічних системах характеризується громіздкістю, надмірністю архітектури й програмно-апаратного забезпечення, що є принциповим недоліком.

Відомий спосіб телемеханічного контролю й управління, відповідно до якого збір первинних даних і прикінцеве управління об'єктом здійснюють за допомогою мікропроцесорного блоку управління, зв'язаного із засобом приймаче-передачі сигналів по каналі стільникового зв'язку, приймаче-передачу даних здійснюють із мобільних телефонів осіб, що приймають рішення [1].

Недоліки зазначеного способу наступні:

– застосування мікропроцесорного блоку з обмеженою функціональністю не дозволяє приймати з об'єкту масив його сигналів, що характеризують;

– застосування загального поняття «канал стільникового зв'язку» не дозволяє оцінити якість і ефективність приймаче-передачі даних;

– застосування як засіб приймаче-передачі даних на стороні пункту управління мобільного телефону істотно обмежує функціональність системи й позбавляє спосіб і його систему, що реалізує, необхідної обробки даних, що не задовольняє вимогам більшості промислових систем.

Відомий спосіб телемеханічного контролю й управління, застосовуваний для контролю й регулювання режиму роботи трубопроводу, у якому збір інформації реалізують за допомогою вузла засобів вимірів і мікропроцесорного контролера, передачу первинних даних від контрольованого пункту до пункту управління здійснюють за допомогою застосування радіомодемів, як пристрій збору й обробки даних у пункті управління використовують комп'ютерну станцію [2].

Спосіб можна охарактеризувати наступними недоліками:

– у способі не простежується уніфікація системи збору даних і управління, застосування первинної апаратури орієнтовано на збір даних про режим роботи трубопроводу;

– використання виділеного радіоканалу не є оптимальним рішенням в умовах існування покриття територій стандартним стільниковим зв'язком, наприклад GSM 900/1800;
– застосування як пристрій збору даних і управління відособленої локальної комп'ютерної станції не дозволяє організувати перегляд і обробку даних на інших комп'ютерних станціях, що мають вихід у локальні або глобальні комп'ютерні мережі.

Відомий спосіб телемеханічного контролю й управління, застосований для моніторингу й управління станом станцій катодного захисту Тверца-900 «Тверца монітор», у якому збір первинних даних про стан об'єктів роблять із використанням мікропроцесорної вимірювальної системи, а передачу даних у диспетчерський пункт – за допомогою приймаче-передачі. SMS по каналі стільникового радіозв'язку GSM 900/1800 [3].

Згаданому способу властиві наступні недоліки:

– застосування як інформаційні посилки SMS по радіоканалу GSM 900/1800 обмежує функціональні можливості системи;

– застосування як пристрій збору й обробки даних відособленої локальної комп'ютерної станції не дозволяє масштабувати систему збору, обробки даних і дистанційного управління об'єктами на інші комп'ютерні станції, включені в локальні або глобальні комп'ютерні мережі.

Відома система телемеханічного контролю й управління, що містить спеціалізований блок сполучення для збору інформації про стан віддаленого об'єкту, а також прийому даних від блоку контролю й управління, передачі даних про об'єкт по каналі стільникового зв'язку й стабілізації контрольованого параметра [4].

Недоліки згаданої системи телемеханічного контролю й управління:

– мала розмірність кількості входів блоку сполучення не дозволяє вводити масив сигналів, що характеризують об'єкт;

– обмежена функціональність блоку сполучення, що дозволяє реалізувати тільки режим стабілізації одного з параметрів об'єкту;

– відсутність функцій обробки й перетворення даних у блоці сполучення й блоці контролю й управління;

– застосування загального поняття «канал стільникового зв'язку» не дозволяє оцінити якість і ефективність приймаче-передачі даних;

– обмежена функціональність блоку контролю й управління, при цьому не ясні функції по візуалізації даних, їх приймаче-передачі на інші вузли прийняття рішень, використанню для цього комп'ютерних мереж як локальних, так і глобальних.

У підсумку, наведені відомості по системі не дозволяють оцінити ефективність застосування (якщо це має місце) SCADA (WebSCADA) у цьому випадку.

Відома система телемеханічного контролю й управління, що містить контролери для збору даних і прикінцевого управління об'єктом, радіоканал для приймаче-передачі даних з пункту управління, модеми, установлені на прикінцевих сторонах радіотракту й підключені в пункті управління до комп'ютерних станцій [5].

Однак описаній системі властиві наступні недоліки:

– збір даних з контрольованих пунктів виробляється тільки при використанні аналогових і дискретних входів і не припускає роботу зі стандартними цифровими інтерфейсами (RS-232, RS-485, CAN);

– складна архітектура реалізації вказує на застосування необґрунтовано складних способів приймаче-передачі даних;

– використання виділеного радіоканалу не є оптимальним рішенням в умовах існування покриття територій стандартним стільниковим зв'язком, наприклад GSM 900/1800;

– використання на обох сторонах приймаче-передачі даних спеціалізованих модемів ускладнює архітектуру системи й підвищує витрати як при проектуванні, так і при експлуатації;

– обмеженість функцій приймаче-передачі, візуалізації, обробки й зберігання даних у пункті управління, не розкриті ці функції при використанні комп'ютерних локальних і глобальних мереж.

У підсумку, наведені відомості по системі не дозволяють оцінити ефективність застосування (якщо це має місце) SCADA (WebSCADA) у цьому випадку.

Відома система телемеханічного контролю й управління, реалізована програмно-технічним комплексом «СКАТ-4» і застосовувана для моніторингу й управління розподіленими об'єктами, що містить вимірювальний комплекс як засіб збору первинних даних, виділені фізичні лінії, які можуть бути використані як засоби приймаче-передачі даних з нижнього на верхній рівень, виділені/ телефонні лінії, що комутируються, виділені радіоканали, GSM GPRS, локальні комп'ютерні станції для збору й обробки даних, підключені за допомогою локальних мереж до комутаційного, комунікаційному серверам і серверу бази даних [6].

Недоліки згаданої системи:

– використання єдиного протоколу інформаційного обміну для різних комунікаційних середовищ приймаче-передачі даних з нижнього рівня на верхній є надлишковим стосовно різних типів інтерфейсів;

– архітектура системи містить велику кількість серверів, що реалізують різні функції, пов'язаних з розподіленою SCADA. Загалом, система характеризується надмірністю, громіздкістю, низькими функціональністю й надійністю;

– відсутність масштабування автоматизованих робочих місць диспетчерів у глобальні комп'ютерні мережі, тим більше, без придбання додаткових ліцензій.

Найбільш близьким технічним рішенням для способу, прийнятим за прототип, є спосіб [7], використовуваний при телеметрії, телесигналізації й телеуправлінні в області об'єктів електричних мереж, і полягає в тому, що:

– встановлюють на віддалених об'єктах контролери телемеханіки;

– використовують спеціальні комунікатори, що формують масив аналогових, дискретних і цифрових первинних даних;

– використовують комунікатори масиву вихідних команд для управління станом об'єктів;

– використовують термінали GSM, які реєструють в GSM мережі й, використовуючи сервіс GPRS, підключають до Internet через шлюз оператора стільникового зв'язка;

– приймаче-передачу даних здійснюють із використанням протоколу на основі стека TCP/IP;

– використовують Internet-сервер з виділеною статичною IP-адресою;

– використовують сервери збору й обробки даних;

– програмне забезпечення сервера формують із сервера каналів, конфігуратору сервера каналів, сервера опитування, конфігуратору сервера опитування, модуля телемеханіки й управління, конфігуратору контролерів, бази даних, сервера звітів, WEB сервера;

– автоматизоване робоче місце оператора оснащують спеціальним програмним продуктом, що забезпечує обмін з Internet-сервером, візуалізацію даних та інші сервісні функції;

– забезпечують доступ до перегляду даних про віддалені об'єкти.

Прототипу властиві наступні недоліки:

– велика кількість програмних продуктів, що становлять програмно-апаратний комплекс, не є оптимальним;

– Internet-сервер і інші програмні засоби вимагають істотних апаратних ресурсів (не виключене їхнє розміщення на декількох серверних станціях), що ускладнює архітектуру системи, зменшує швидкодію, знижує надійність, збільшує її вартість;

– для відображення інформації про стан віддалених об'єктів необхідно використовувати спеціальну програму автоматизованого робочого місця, що може бути

встановлена на обмеженій кількості комп'ютерних станцій, за умови придбання відповідних ліцензій.

Загальні ознаки опису [7] дозволяють судити про те, що в цьому випадку як ядро системи використовується програмно-апаратний комплекс із використанням компонентно розподіленої SCADA (WebSCADA). Тому всі перераховані недоліки способу можна віднести до принципового стосовно SCADA (WebSCADA).

Як прототип системи обраний телемеханічна система контролю й управління, застосовувана в промисловості [8].

Ієрархія описуваної системи трьохрівнева. На першому рівні системи телемеханіки – верстатах, насосних установках, пунктах обліку теплової й електричної енергії – устанавлюються вимірювально-обчислювальні комплекси «МЕГА». Вони роблять збір даних з об'єкту контролю й управління, передають дані по каналі GSM GPRS на контролер зв'язку, устанавлений на другому ієрархічному рівні системи й підключений до сервера збору даних і управління. Інформація про об'єкти доступна диспетчерам, фахівцям і керівникам на автоматизованих робочих місцях (АРМ), що представляють третій рівень ієрархії. Масив комп'ютерних станцій АРМ підключається до сервера збору даних і управління з використанням провідних каналів зв'язку. Загальний потік даних від об'єкту до диспетчера (фахівцеві, керівникові), таким чином, проходить наступні програмно-апаратні вузли: дані від об'єкту (перший рівень) – комплекс «МЕГА» (перший рівень) – канал зв'язку GSM GPRS – контролер зв'язку (другий рівень) – сервер збору даних і управління (другий рівень) – масив АРМ (третій рівень).

Програмне забезпечення сервера збору даних і управління, а також автоматизованих робочих місць (АРМ) являє собою компонентно-розподілену SCADA (WebSCADA).

Однак принципи побудови й функціонування розглянутої телемеханічної системи не вільні від недоліків:

- недостатня в описі системи інформація про тип використовуваного програмного протоколу пакетної передачі даних не дозволяє однозначно судити про ефективність застосованих принципів маршрутизації, адресації й захисти даних, уніфікації цього рішення стосовно існуючих стандартних мережних протоколів;

- використання SCADA припускає необхідність добірки, устанавки й настроювання на комп'ютерах АРМ відповідної операційної системи, драйверів і іншого спеціалізованого програмного забезпечення;

- інформація, що надходить із об'єктів контролю й управління, доступна тільки для обмеженої групи користувачів, на комп'ютерах яких зроблені всі відповідні настроювання.

Застосовувані SCADA (WebSCADA) можуть бути власною розробкою, або розробкою відомих фірм. При цьому потрібно мати на увазі, що процес розробки SCADA досить складний і вимагає істотних часових і фінансових витрат, що не може не відбитися на вартості готового програмного продукту. Тобто локальність розглянутої системи спричиняє необхідність придбання відповідних ліцензій.

Таким чином, при використанні SCADA (WebSCADA) формується система, розрахована на роботу з обмеженою кількістю пристроїв нижнього й верхнього рівнів. Використання SCADA (WebSCADA) має на увазі розміщення її на декількох програмно-апаратних серверах, вимагає істотних обчислювальних ресурсів, компонується з безлічі програмних модулів, що, у підсумку, спричиняється її громіздкість, схильність помилкам і збоєм, відносно повільне виконання функцій.

Також подібні системи характеризуються обмеженням кількості точок доступу до даних (станцій оператора, диспетчерських пунктів), що не завжди є зручним – диспетчер може переглянути всю необхідну інформацію про об'єкти контролю й управління тільки зі свого АРМ.

Завданням справжнього винаходу є створення компактної, функціональної й надійної телемеханічної системи з необмеженою кількістю точок регламентованого доступу до

інформації про стан віддалених об'єктів шляхом виключення SCADA (WebSCADA) з реалізації проекту за рахунок:

– введення в архітектуру системи єдиного сервера телемеханіки, реалізованого на базі виділеного Internet-сервера зі статичним IP-адресою, що одночасно забезпечує приймаче-передачу й обробку даних як на віддалені об'єкти контролю й управління, так і на автоматизовані робочі місця віддалених користувачів (функціонально сполученого в одному блоці);

– організації необмеженого регламентованого віддаленого доступу до інформації про стан об'єктів контролю й управління, при використанні стандартних Internet-браузерів, з можливістю контролю доступу й захисту інформації в порядку класифікації імен користувачів і застосування системи паролів.

Технічний результат полягає в забезпеченні можливості реалізації ефективного дистанційного моніторингу й управління станом віддалених об'єктів при використанні недорогих каналів зв'язку GSM GPRS, стека протоколів TCP/IP, програмно-апаратного забезпечення мережі Internet, єдиного сервера телемеханіки, виконаного шляхом функціонального сполучення сервера збору даних і управління й виділеного Internet-сервера зі статичним IP-адресою, на одній програмно-апаратній платформі, комплексу серверних програмних засобів, встановленого на єдиному сервері телемеханіки й виконуючої функції візуалізації, обробки й зберігання даних, що забезпечує архітектурну й програмно-апаратну компактність ядра телемеханічної системи, підвищує її швидкодія, розширює функціональність, знижує вартість розробки й експлуатації, підвищує практична зручність при використанні, що, у підсумку, вигідно відрізняє дану систему від аналогів.

Технічний результат досягається застосуванням способу телемеханічного контролю й управління, що полягає в тому, що:

– на кожний віддалений об'єкт встановлюють контролери телемеханіки, що представляють собою в справжній системі контролери телеуправління;

– за допомогою контролерів телеуправління збирають масиви даних по аналогових, дискретних і цифрових інтерфейсах (RS-232, RS-485, CAN), а також реалізують віддалене управління;

– використовують автоматизовані робочі місця;

– для приймаче-передачі даних між сервером телемеханіки й контролерами телеуправління використовують протокол на основі стека TCP/IP;

– у центрі збору й обробки даних встановлюють єдиний сервер телемеханіки, що реалізують на базі виділеного Internet-сервера зі статичним IP-адресою, шляхом сполучення функцій приймаче-передачі даних з нижнього рівня системи на верхній, на одній програмно-апаратній платформі;

– на єдиному сервері телемеханіки встановлюють комплекс серверних програмних засобів для одночасного виконання функцій як по приймально-передачі, так і по візуалізації, обробці й зберігання даних;

– перегляд даних про віддалені об'єкти й видачу команд управління організують при використанні стандартних Web-браузерів із завданням IP-адреси єдиного сервера телемеханіки;

– доступ до перегляду даних і видачі команд управління на віддалені об'єкти при використанні стандартних Web-браузерів регламентують системою імен користувачів (login) і паролів (password);

– як канали зв'язку єдиного сервера телемеханіки, віддалених контролерів телеуправління й автоматизованих робочих місць використовують лінії Internet.

Описаний спосіб може бути реалізований телемеханічною системою контролю й управління віддаленими об'єктами, що містить властиво віддалені об'єкти, контролери телеуправління з інтегрованими модемами GSM GPRS, канали периферійного зв'язку, антенно-фідерні пристрої контролерів телеуправління, GSM GPRS-канали приймаче-передачі даних з використанням програмного протоколу на основі стека TCP/IP, антенно-

фідерні пристрої мобільного оператора, GSM GPRS-сервер мобільного оператора зв'язку, сервер збору даних і управління, виділений Internet-сервер зі статичним IP-адресою, автоматизовані робочі місця, а також комплекс серверних програмних засобів, Internet-канал зв'язку, що забезпечує обмін даними між GSM GPRS сервером мобільного оператора зв'язку, сервером збору даних і управління й автоматизованих робітників місцями, при цьому:

- сервер збору даних і управління функціонально сполучений з виділеним Internet-сервером зі статичною IP-адресою, з одержанням єдиного сервера телемеханіки;
- комплекс серверних програмних засобів установлений на єдиному сервері телемеханіки й реалізований засобами Web-програмування;
- комплекс серверних програмних засобів складається з підпрограми приймаче-передачі й підпрограми візуалізації, обробки, зберігання даних;
- дана система забезпечує необмежену кількість точок регламентованого доступу до інформації про віддалені об'єкти, при використанні стандартних Web-браузерів із завданням IP-адреси єдиного сервера телемеханіки, застосування системи імен користувачів (login) і паролів (password).

Технічний результат забезпечується тим, що:

- збір даних і управління віддаленими об'єктами здійснюється контролерами телеуправління з використанням периферійних каналів зв'язку. Приймаче-передача даних здійснюється з використанням інтегрованих у контролери телеуправління модемів GSM GPRS і відповідних антенно-фідерних пристроїв. Контролери телеуправління використовують доступні недорогі канали зв'язку GSM GPRS, стек протоколів TCP/IP, що дозволяє застосовувати для приймаче-передачі даних програмно-апаратні засоби каналів зв'язку мережі Internet;

- GPRS-сервер мобільного оператора зв'язку здійснює приймаче-передачу, адресацію й маршрутизацію пакетів даних у системі протоколу TCP/IP каналів зв'язку Internet, що дозволяє організувати наскрізний обмін даними між віддаленими контролерами телеуправління і єдиним сервером телемеханіки, із забезпеченням високої швидкості й вірогідності передачі даних;

- сполучення на єдиній програмно-апаратній платформі серверних апаратних засобів (єдиного сервера телемеханіки) і комплексу серверних програмних засобів, що складає з підпрограм приймаче-передачі, візуалізації, обробки й зберігання даних і виконаного при використанні Web-програмування, дозволяє сформуванню оптимальне по обсязі, функціональності, надійності й швидкодії ядро телемеханічної системи, що принципово вигідно відрізняє розглянуту систему від архітектур з використанням SCADA;

- компонування ядра системи на єдиному сервері телемеханіки дозволяють масштабувати систему (підключати додаткові пристрої нижнього й верхнього рівнів приймаче-передачі даних) телемеханіки за умови мінімальних додаткових програмно-апаратних, матеріальних і трудових витрат;

- дана система забезпечує необмежену кількість точок регламентованого доступу до інформації про віддалені об'єкти, при використанні стандартних Web-браузерів із завданням IP-адреси єдиного сервера телемеханіки, застосування системи імен користувачів (login) і паролів (password).

У підсумку, застосування заявляються способу й телемеханічної системи дозволяє здійснити ефективний дистанційний моніторинг і управління віддаленими об'єктами.

Архітектура телемеханічної системи контролю й управління віддаленими об'єктами, містить:

- властиво віддалені об'єкти;
- контролери телеуправління з інтегрованими модемами GSM GPRS;
- канали периферійного зв'язку;
- антенно-фідерні пристрої контролерів телеуправління;
- GSM GPRS канали приймаче-передачі даних;
- антенно-фідерні пристрої мобільного оператора;

- GSM GPRS сервер мобільного оператора зв'язку;
- Internet-канал зв'язку;
- єдиний сервер телемеханіки із установленим на ньому комплексом серверних програмних засобів, що складають із підпрограми приймаче-передачі даних і підпрограми візуалізації, обробки й зберігання даних;
- канали зв'язку Intranet/Internet;
- автоматизовані робочі місця.

Контролери телеуправління через канал периферійного зв'язку зчитують дані й здійснюють прикінцеве управління віддаленими об'єктами (по аналогових, дискретних входах і цифрових інтерфейсах).

На початку своєї роботи контролери телеуправління при використанні антенно-фідерних пристроїв виявляють мережа стандарту GSM 900/1800, формують запити реєстрації через антенно-фідерні пристрої й GPRS сервер мобільного оператора на єдиний сервер телемеханіки, використовуючи протокол TCP/IP Internet-каналу зв'язку. Єдиний сервер телемеханіки має статична адреса й порт у системі адресації TCP/IP. При реєстрації на єдиному сервері телемеханіки кожний контролер телеуправління одержує динамічну адресу й порт у системі адресації TCP/IP, ця адреса єдиний сервер телемеханіки зберігає як ідентифікатор контролера телеуправління протягом усього сеансу зв'язку. Після реєстрації на єдиному сервері телемеханіки контролер телеуправління готовий до передачі даних про режим і параметри роботи віддаленого об'єкту, а також до прийому команд управління від станцій автоматизованих робочих місць через єдиний сервер телемеханіки.

Для втримання каналу зв'язку, через певні інтервали часу, контролер телеуправління формує тестові посилки KEEPER ALIVE на єдиний сервер телемеханіки.

У процесі роботи контролер телеуправління регулярно оновлює дані про режим і параметри роботи віддаленого об'єкту. У контролері телеуправління можуть бути реалізовані спеціалізовані алгоритми обробки даних: аналогова/цифрова фільтрація, функція прийому даних при нестабільній відповіді віддаленого об'єкту через цифрові інтерфейси, а також функції «ковзного середнього» для основних параметрів її роботи. Отримані дані передаються через певні інтервали часу, які формує єдиний сервер телемеханіки, направляючи запити в контролер телеуправління. Крім того, у системі телемеханіки може бути організований позачерговий запит даних, по команді з автоматизованого робочого місця, що має право такого запиту. Режим роботи віддалених об'єктів також може бути змінений по команді з автоматизованого робочого місця, що має право реалізації команд управління. Зв'язок автоматизованих робочих місць із єдиним сервером телемеханіки здійснюється по каналі зв'язку Intranet/Internet.

У випадку виникнення певних подій (відкриття/закриття двері об'єкту, включення/вимикання живлення ~ 220 В, 50 Гц, виникнення помилки віддаленого об'єкту) контролер телеуправління самостійно ініціює й формує інформаційні посилки на єдиний сервер телемеханіки. Робота й приймаче-передача даних від контролера телеуправління у випадку вимикання живлення ~ 220 В, 50 Гц здійснюється при використанні резервного джерела живлення (акумулятора).

Дані, що приходять від масиву «віддалені об'єкти – контролери телеуправління», обробляються в комплексі серверних програмних засобів єдиного сервера телемеханіки. Цей програмний комплекс, що складається з підпрограми приймаче-передачі даних і підпрограми їхньої візуалізації, дозволяє приймати, обробляти, візуалізувати, зберігати дані по кожній обліковій точці віддалених об'єктів.

Єдиний сервер телемеханіки має статична адреса й порт у системі адресації TCP/IP, що дозволяє реалізувати реєстрацію й доступ до підпрограми приймаче-передачі даних, що організує зв'язок з масивом контролерів телеуправління, і організувати доступ до підпрограми візуалізації даних, що забезпечує зв'язок з масивом станцій автоматизованих робочих місць. У результаті диспетчер (фахівець, керівник) може переглянути дані про кожний віддалений об'єкт, задавши IP-адресу в рядку власного браузера станції

автоматизованого робочого місця, увівши ім'я (login) і пароль (password). При цьому відкривається екранна форма WEB-інтерфейсу, що надає функції перегляду, обробки даних по кожному віддаленому об'єкті, а також функції управління (залежить від прав користувача).

Таким чином, що заявляються спосіб телемеханічного контролю й управління віддаленими об'єктами й телемеханічною системою припускають проходження даних через три наступні рівні перетворення: об'єкти (перший рівень) – контролер телеуправління (перший рівень) – канал зв'язку GSM GPRS – сервер GPRS мобільного оператора (другий рівень) – єдиний сервер телемеханіки, підпрограма приймаче-передачі даних комплексу серверних програмних засобів (другий рівень) – єдиний сервер телемеханіки, підпрограма візуалізації, обробки й зберігання даних комплексу серверних програмних засобів (третій рівень) – автоматизоване робоче місце (третій рівень).

Єдиний сервер телемеханіки дозволяє сполучити в одному функціональному блоці другий і третій рівні приймаче-передачі даних в архітектурі системи й, таким чином, на одній програмно-апаратній платформі одночасно реалізувати як функції приймаче-передачі даних від контролерів телеуправління віддалених об'єктів, так і функції обробки, передачі цих даних на автоматизовані робочі місця віддалених користувачів. При цьому введення й вивід даних з єдиного сервера телемеханіки на різні рівні ієрархії телемеханічної системи здійснюється з використанням каналів зв'язку Internet, що також є принциповою відмінністю способу і його телемеханічної системи, що реалізує.

Використання контролерів телеуправління, що перетворюють дані з контрольованих об'єктів в IP-пакети, з наступною передачею по GSM GPRS-каналі на єдиний сервер телемеханіки зі статичною IP-адресою, на якій встановлений комплекс серверних програмних засобів з підпрограмою приймаче-передачі й підпрограмою їхньої візуалізації, дозволяє здійснити прямий доступ інформації від віддалених об'єктів контролю й управління на загальнодоступний виділений Internet-сервер. При цьому сполучення програмно-апаратних функцій приймаче-передачі, обробки, візуалізації й зберігання даних на єдиному виділеному Internet-сервері телемеханіки забезпечує компактність і функціональність архітектури. У той же час використання SCADA має на увазі розміщення її на декількох програмно-апаратних серверах, вимагає істотних обчислювальних ресурсів, компонується з безлічі програмних модулів, що, у підсумку, спричиняється її громіздкість, схильність помилкам і збоєм, відносно повільне виконання функцій, при відносно високій вартості відповідних компонентів і ліцензій.

Обмін даними по GSM GPRS-каналах відповідає вимогам, пропонованим до автоматизованих систем, таким як вірогідність, надійність, якість передачі даних. Це дозволяє робити моніторинг розподілених (віддалених) об'єктів і вчасно формувати керуючі сигнали.

Комплекс серверних програмних засобів, що складає з підпрограми приймаче-передачі й підпрограми візуалізації, обробки й зберігання даних, виконує функції громіздк і дорогої SCADA і дозволяє виключити її із проекту. При цьому він реалізований засобами Web-програмування й володіє набагато більше оптимальними показниками за комплексним критерієм «функціональність – програмно-апаратні витрати – продуктивність».

Віддалений доступ до даних і формування керуючих команд на віддалені об'єкти контролю й управління в телемеханічній системі реалізований на основі класифікації імен користувачів (login) і застосування системи паролів (password).

Техніко-економічна перевага пропонованого підходу полягає в тому, що реалізація системи як готового програмно-апаратного рішення для збільшення кількості автоматизованих робочих місць віддалених користувачів і розширення кількості логінів і паролів доступу до системи не вимагає додаткового придбання ліцензій. Таким чином, доступ до даних стає необмеженим.

Справжній спосіб і його система, що реалізує, дозволяють одержати ефективний засіб моніторингу й управління віддаленими об'єктами, що працюють у режимі реального часу, при скороченні часу й витрат на розробку телемеханічної системи, оптимізації її роботи.

У підсумку, використання запропонованого способу й телемеханічної системи для його здійснення дозволяють створювати надійні системи з необмеженою кількістю точок регламентованого доступу до інформації.

Розробка структурної схеми

Розроблювальне в даному магістерському проекті програмне забезпечення відноситься до категорії продуктів WebSCADA.

Під цим терміном розуміється відображення інформації на екрані монітора в зрозумілій для людини формі стосовно до систем диспетчерського контролю й збору даних на основі web-технологій. Це дозволяє здійснювати функції диспетчеризації через стандартний браузер (наприклад Firefox, Opera).

Підключення клієнтів до розробленого програмного забезпечення через інтернет дозволяє їм взаємодіяти із прикладним завданням автоматизації як із простою web-сторінкою:

- Облік відпускання (споживання) теплової енергії й витрати енергоносіїв (води, пари, природного газу, кисню, стисненого повітря й ін.)
- Облік відпускання (споживання) електроенергії.
- Ваговий облік (устаткування ВНК).
- Телеметричний контроль режимів роботи електричних, теплових і газових мереж.
- Візуалізація оперативних і архівних параметрів
- Диспетчеризація
- Розрахунок параметрів (похідні від вимірів, наприклад, питомих витрат енергоносіїв).
- Формування звітних документів.

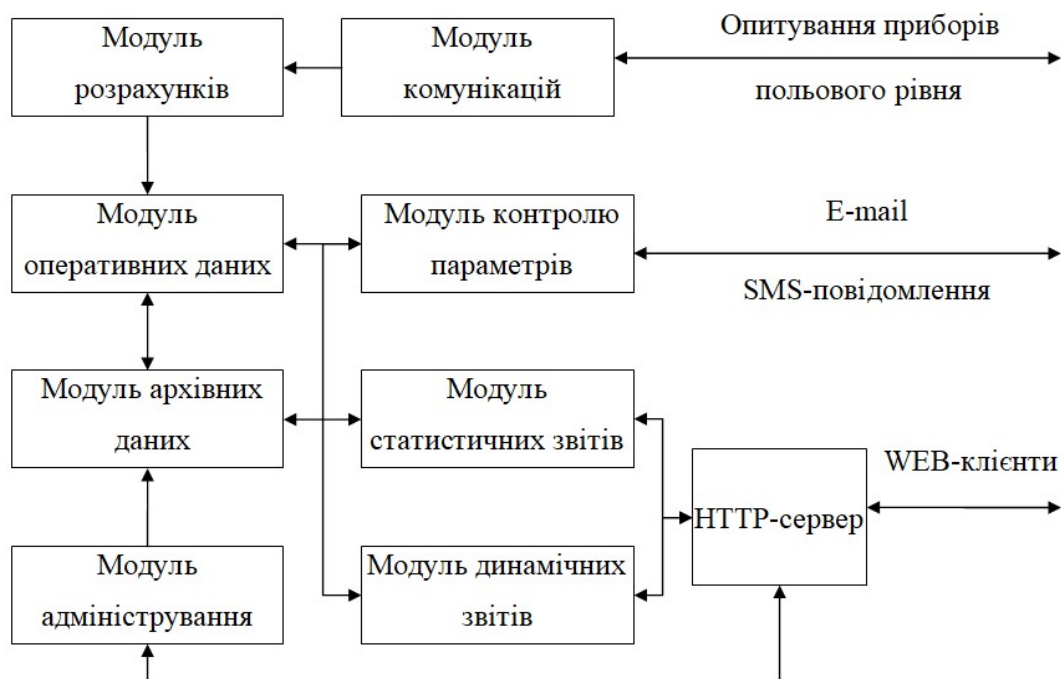


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Функціональні можливості:

- Побудова територіально розподілених систем диспетчеризації – ЦТП, ІТП, ваговий облік, об'єкти інженерної інфраструктури, АСУ будинків.
- Об'єднання інформації від різних локальних АСУ й забезпечення до неї доступу з будь-якого ПК у мережі Інтернет.

- WEB-інтерфейс у всіх режимах роботи.
- Робота з УСПД, лічильниками й витратомірами.
- Інтеграція до складу автоматизованих систем підприємства.
- СУБД (Oracle, PostgreSQL).

Структурний состав комплексу:

– Модуль комунікацій (поточні показання приладів обліку, архівні, автовідновлення даних).

- Модуль оперативних даних (оперативні значення, глибина регулюється).
- Модуль архівних даних (довгострокове зберігання, аналіз по періодах).
- Модуль обчислень (обробка даних, розрахунок додаткових параметрів).
- Модуль контролю параметрів (запис аварійних подій, розсилання повідомлень).
- Модуль адміністрування (настроювання комплексу, управління).
- Модуль статичних звітів (html, xls).
- Модуль динамічних звітів (графіки, тренди).

Підтримувані пристрої:

- комплекс енергопідрахунку ТЕКОН– 10-17 (TF1.1, TF1.2);
- теплорозраховувач МАГІКА (MODBUS RTU);
- теплорозраховувач ВКТ-7;
- теплорозраховувач Multical-МС601;
- ваговий комплекс ТЕНЗО-М (на базі вагового терміналу ТВ011).

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі; Досліджена система збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 93-105.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yanchev, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied*

- information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
 10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
 11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
 12. Smirnov, O., Driieva, H., Driiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
 13. Smirnov, O., Driieva, H., Driiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
 14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
 15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
 16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
 19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
 21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.