

УДК 004.415:696.2

ПРОГРАМА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СИСТЕМИ ГАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Горбачов К.Ю., Токар Л.О.

e-mail: kyryl.horbachov@nure.ua, liubov.tokar@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. ІКІ ім. В.В.Поповського
м. Харків, Україна

It has been shown that automation and real-time monitoring of gas consumption data increases the accuracy of accounting and the efficiency of resource management. A network model for monitoring the operation of gas equipment has been developed, demonstrating the importance of maintaining a high quality of communication channels. The developed software for a remote monitoring system for gas appliances has been analyzed. This development contributes to the modernization of outdated monitoring systems and the introduction of new standards for information transmission in the gas industry and its system.

Сучасні технології дозволяють автоматизувати збирання та аналіз даних про споживання газу без участі людини, підвищуючи точність обліку та ефективність управління ресурсами. Це дає змогу забезпечити автоматизацію обліку газу у реальному часі, використовуючи розумні датчики та сучасні алгоритми шифрування [1]. Автоматизація газового обладнання знижує операційні витрати, мінімізує простої та оптимізує витрати ресурсів за рахунок точного контролю параметрів, що й обумовлює актуальність даної роботи.

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для системи дистанційного моніторингу газових приладів з використанням наскрізного шифрування. Дослідження спрямоване на впровадження надійних каналів зв'язку для доставки актуальної інформації та підвищення рівня стійкості енергетичного сектору. Основна проблема систем віддаленого моніторингу полягає їхній вразливості до якості та цілісності каналів зв'язку. Розроблено модель мережі для моніторингу роботи газового обладнання, що показано на рис. 1.



Рисунок 1 - Модель мережі для моніторингу роботи газового обладнання

Під час роботи датчик або інтернет-шлюз об'єкта фіксує показники навколишнього середовища. Програма обробляє отримані дані, використовуючи унікальний ідентифікатор цілісності. Далі програмне забезпечення генерує інформаційні пакети, які можна передати будь-яким шляхом зв'язку. Тільки цільовий сервер проводить деінкапсуляцію пакета, підтверджує та відображає поточну системну інформацію. Оператор отримує перевірену інформацію про стан об'єкта, що гарантує його цілісність під час передачі.

Датчик обладнання передає інформацію до вузла для передачі пакетів телеметрії по каналу зв'язку на цільовий сервер, де інформація обробляється та проходить перевірку, а вже потім надходить до оператора, який перевіряє стан обладнання та формує базу даних.

Розроблено програму для моделювання стабільного каналу зв'язку «SafeGas Link» для забезпечення високої стійкості інформації за рахунок автентифікації повідомлень та динамічного управління пакетами. «SafeGas Link» – це програмний комплекс, який перетворює будь-який віддалений вузол газової мережі на авторизовану точку передачі телеметрії. На початку використання системи проводиться ініціалізація пристрою та встановлення цифрового токена, який відкриває доступ до захищеного обміну телеметриєю.

В межах розробки відтворено інтеграцію технологій відстеження цілісності пакетів для миттєвого виявлення мережних аномалій. Для гарантування миттєвої та точної цифрової передачі телеметрії в системі використано математичну модель, що генерує хеш, який враховує часові мітки та поточний стан обладнання.

Алгоритм виявлення аномалій забезпечує безперервний моніторинг та підтримує стабільність з'єднання при нестабільних параметрах мережі й враховує потенційні затримки в мережі та підтримує стабільну передачу інформації про стан обладнання. Це дозволяє системі швидко реагувати на проблеми з обладнанням та надсилати сповіщення оператору або перемикається на резервні вузли передачі інформації. Дана розробка спрямована для модернізації застарілих систем моніторингу та впровадження нових стандартів передачі інформації у газовій галузі та її системі, дозволяючи ефективно збирати дані навіть з малопотужних датчиків.

Список використаних джерел:

1. Ободянська О. І., Блеянюк А. О. Автоматизація та диспетчеризація газорозподільних систем // Матеріали LIII Всеукраїнської наук.-техн. конф. факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (20–22 березня 2024 р.). Вінниця, 2024. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20591> (дата звернення 13.03.2026).

УДК 621.396.7:519.24

СТОХАСТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ НАВАНТАЖЕННЯМ У ГЕТЕРОГЕННИХ МЕРЕЖАХ 6G

Ілларіонов М.Ю., Білодід В.Г.

e-mail: maksym.illarionov@nure.ua, vibos111@gmail.com

Науковий керівник – проф. Радівілова Т.А

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. ІКІ ім. В.В. Поповського,

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба
м. Харків, Україна

The paper proposes a stochastic model for load management in heterogeneous 6G networks under dynamically varying traffic conditions. A two-segment architecture consisting of macro and small-cell layers is considered. Traffic intensity is modeled as a non-stationary stochastic process, while segment capacity is described using an SINR-based expression. A load factor is introduced to characterize system stability, and an analytical condition for optimal resource redistribution based on load equalization is derived. The proposed framework enables adaptive resource allocation to mitigate local congestion, improve spectral efficiency, and maintain high quality of service for users.

Розвиток мереж шостого покоління (6G) передбачає використання гетерогенних архітектур, що поєднують макростільниковий та малостільниковий рівні з метою підвищення спектральної ефективності, розширення покриття та забезпечення надвисокої щільності користувачів. Такі системи характеризуються просторово-часовими коливаннями трафіку, що спричиняють локальні перевантаження окремих сегментів навіть за наявності достатнього сумарного ресурсу.

За таких умов традиційні детерміновані методи планування ресурсів виявляються недостатньо ефективними, оскільки не враховують випадкову природу трафіку та його динамічні зміни. Це зумовлює необхідність розробки теоретичних стохастичних моделей адаптивного управління навантаженням, які дозволяють формалізувати процес балансування ресурсів між сегментами мережі та забезпечити стабільність її функціонування в умовах невизначеності [1].

Для подальшого аналізу управління навантаженням кожен сегмент мережі описується стохастичною моделлю інтенсивності трафіку:

$$\lambda_i(t) = \lambda_{0_i} + X_i(t), \quad i \in \{m, s\}, \quad (1)$$

де λ_{0_i} – середня інтенсивність; $X_i(t)$ – стохастичне збурення.

Пропускна здатність сегмента визначається співвідношенням Шеннона:

$$C_i = B_i \log_2(1 + \text{SINR}_i), \quad (2)$$

де B_i – ширина каналу; SINR_i – сигнал/шум + інтерференція.