

дослідником. Ці чотири складових формували сумарну стандартну невизначеність вимірювання частоти пульсацій тиску.

Враховуючи, що кількість пульсацій коливань N_p обчислювалася візуально за осцилограмою (число вибиралося близько 15-20), то невизначеність їх відліку була практично відсутня і не враховувалась при обчисленні сумарної невизначеності. Використовуючи для відліку довжини пульсацій штангенциркуль типу ШЦ з ціною поділки 0,1 мм, і приймаючи методичну складову невизначеності відліку довжини N_p вибраних пульсацій $\pm 0,2$ мм на підставі результатів експериментальної обробки осцилограм довжиною (200 – 250) мм [1] отримали такі значення складових невизначеності за типом А і В відповідно: $u_{A_{Lp}} = 0,001$, $u_{B_{Lp}} = \pm 0,0003$

Згідно паспортних даних застосовуваного самописця типу НЗ030-4, переміщення діаграмної стрічки здійснювалося з похибкою 0,5%, яка фактично характеризувала невизначеність самописця типу В [3]:

$$u_{B_{\alpha}} = \frac{0,005}{1,1 \times \sqrt{3}} = 0,004$$

Тому значення сумарної невизначеностей типу А і В становить:

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0,0041$$

Для проведених експериментальних досліджень, зважаючи на ефективне число ступенів свободи [3], коефіцієнт охоплення k для ймовірності 0,95 дорівнює 1,96. Таким чином, розширена невизначеність становить:

$$u_c = 0,0041 \times 1,96 = 0,008$$

Для отриманих результатів дослідження пульсацій тиску та температури відпрацьованих газів, які виконувались на експериментальній установці для дослідження тепловіддачі пульсуючих потоків відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання проаналізовано джерела невизначеності та розраховано розширену невизначеність вимірювання частоти пульсацій тиску і температури, що дозволить здійснити метрологічний аналіз результатів дослідження.

1. Долішній Б.В. Підвищення ефективності використання теплоти відпрацьованих газів газомотокомпресорів : дис. ... канд. техн. наук. : спец. 05.15.13 "Нафтогазопроводи, бази та сховища" / Долішній Богдан Васильович; ІФНТУНГ - Івано-Франківськ, 2003. - 179 с. Долішній

2. Б.В. Дослідження пульсацій потоків відхідних газів дизеля / Б.В. Долішній, Ф.В. Козак // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 1999. – Т.4. – № 36. – С.120-124.

3. Захаров И.П. Теория неопределенности в измерениях: Учебное пособие / И.П. Захаров, В.Д. Кукуш – Харьков: Консум, 2002. – 256 с.

УДК 502.057

ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТУПЕНЮ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ ВИКИДАМИ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ

Баран С.В., Кучірка Ю.М., Чеховський С.А.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15,
м. Івано-Франківськ, Україна, e-mail: sergijbaran41@gmail.com*

Актуальність. Складною проблемою сьогодення при видобутку та переробці нафти чи нафтопродуктів є вчасне реагування на їх можливий викид у природні водойми, які знаходяться на території України, а також за її межами. Вчасна реакція на такі події дозволяє зберегти життя та здоров'я населення, які знаходяться в цьому регіоні. Особливо актуальним це питання є для населення, яке одержує питну воду з таких водойм де вчасна реакція на виявлення нафти у водоймі суттєво підвищує безпеку у цих зонах.

Крім того, не менш важливим завданням є постійний екологічний моніторинг параметрів річок та прилеглих до них територій щодо оцінки та мінімізації впливу свердловин, бурових машин, а також інших небезпечних промислових об'єктів з видобутку чи переробці нафти (в т.ч. з метою реагування на аварійні ситуації на них), які можуть мати шкідливий вплив на цей регіон.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день у світі розроблено ряд систем, які призначені для вирішення таких завдань [1-2]. Разом з тим, враховуючи дві ключові проблеми їх функціонування у важкодоступних місцях, а саме відсутність зовнішнього електропостачання та провідних систем передачі даних, вони часто базуються на застосуванні сонячних панелей для забезпечення власного електроживлення та (або) акумуляторних збірок [2]. З метою передачі даних ці системи традиційно використовують супутниковий GPS зв'язок, а також GSM/GPRS мережу мобільних операторів, які доступні у цьому регіоні.

Разом з тим, застосування сонячних панелей вимагає встановлення таких вимірювальних модулів тільки на відкритій місцевості, що зумовлює їх легку доступність для крадіжки, пошкодження, несанкціонованого втручання в їх роботу. Також недоліком використання сонячної енергії є суттєва залежність вихідної потужності сонячних панелей від пори року, погоди, періоду дня, неможливість вимірювання в нічний час. В той же час більшість систем призначені для сигналізації наявності нафти чи нафтопродукту у водоймах є вузько спеціалізовані для таких задач.

Застосування супутникового GPS зв'язку з метою періодичної передачі вимірювальних даних веде до високого енергоспоживання, а також є досить дорогавартісним інструментом у порівнянні з GSM/GPRS передачею. Остання є суттєво більш енергоефективна, проте вона може застосовуватися лише на території з покриттям мережі GSM/GPRS.

Запропоноване рішення. Проаналізувавши вище описані недоліки запропоновано енергонезалежну систему моніторингу ступеню забруднення водойм викидами нафти і нафтопродуктів. Основною перевагою такої системи є застосування спеціального низькооборотного гідрогенератора для забезпечення автономного енергоживлення такої вимірювальної системи. Розроблена конструкція гідрогенератора уможлиблює його роботу при низьких швидкостях течії природніх водойм, наприклад, річок і таким чином не вимагає втручання в «життєдіяльність» природньої водойми. Така вимірювальна система фіксовано занурюється на невеликій відстані від дна водойми, що дозволяє приховати її від стороннього втручання, а також здійснювати вимірювання та сигналізацію в реальному часі (на наявність нафти чи нафтопродуктів давачем FP 360 sc, швидкості течії, рівня, температури водоймища тощо). Калібрування та випробування основних вимірювальних давачів даної системи проводилось на дистанційній лабораторії фізичних величин [3]. Структурна схема даної системи зображена на рисунку 1. Її функціонування (враховуючи відносну сталість швидкості течії водоймища) практично не залежить від сезону, пори року, дня чи ночі. Передача даних від вимірювального модуля здійснюється через GSM/GPRS мережу через незначну вартість та низькі енергозатрати такої передачі. Запропоноване програмне забезпечення дозволяє здійснювати періодичне вимірювання та передачу даних на інтернет-сервер у високоефективному режимі використання електроживлення, а також відразу робити розрахунок невизначеності та за вимогою користувача зберігати дані за будь який період часу на свій ПК. Крім того, інтернет-сервер забезпечує виведення вимірювальних даних користувачу у графічному режимі (рисунок 2) з прив'язкою до відповідного вимірювального модуля, використовуючи Google Maps API.

1. FP 360 sc датчик нафтопродуктов [електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.ecoinstrument.ru/upload/iblock/895/FP360sc%20RUS.pdf>

2. Датчик нафтопродуктов ROW [електронний ресурс] Режим доступу: http://www.terra-ecology.ru/products/datchiki_nefteproduktov/datchik_nefteproduktov_row/

3. Y. Kuchirka, M.Petriv, S.Baran, D. Ursutiu, C. Samoila - "Online Teaching and Laboratory Course on Measurement Methods", International Journal of Online Engineering, vol. 12, No 3, 2016.(DOI: 10.3991/ijoe.v12i03.5233).

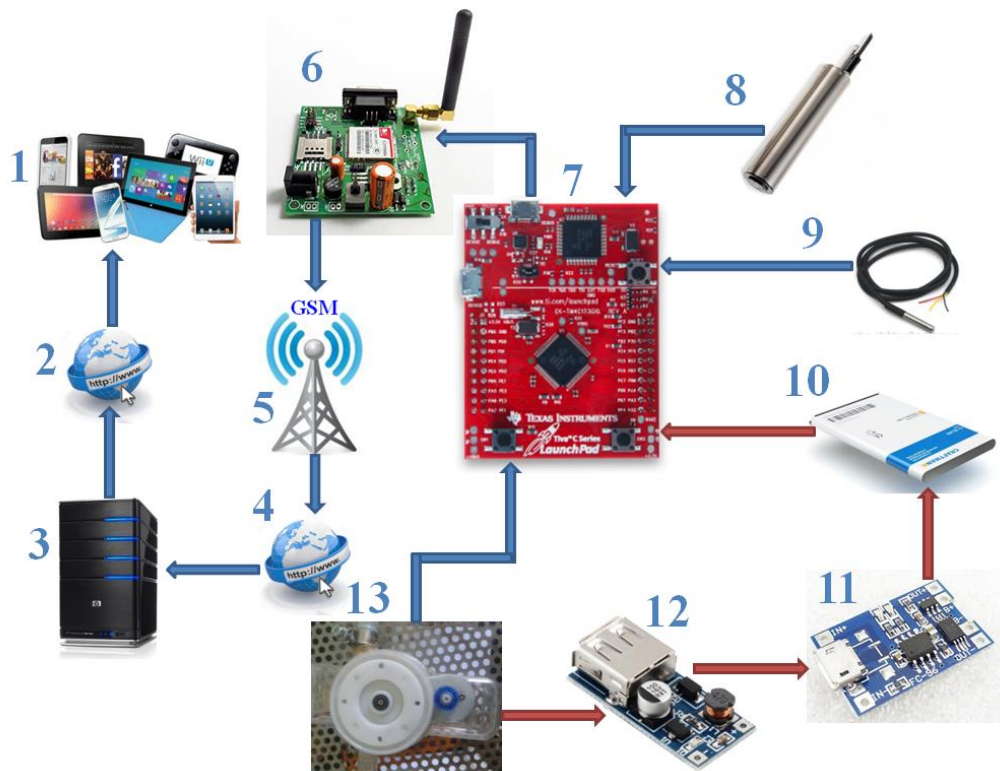


Рисунок 1 – Структурна схема запропонованої системи

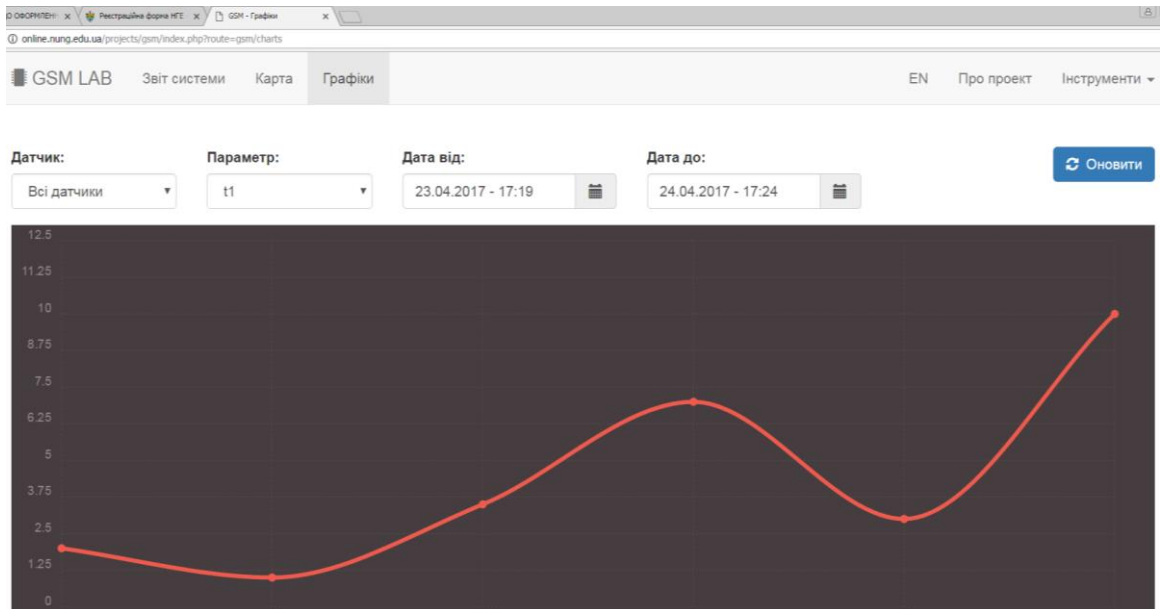


Рисунок 2 – Веб-інтерфейс запропонованої системи