

В.Л. ТЕРЬОХІН, аспірант кафедри електроніки і систем керування, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 61022, м. Харків, Майдан Свободи 4, Україна, kbs-com@karazin.ua

М.Г. СТЕРВОЄДОВ, кандидат технічних наук, доцент, завідуючий кафедри електроніки і систем керування, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 61022, м. Харків, Майдан Свободи 4, Україна, styervloedov@yahoo.com

О.В. РІДОЗУБ, студент факультету комп'ютерних наук, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 61022, м. Харків, Майдан Свободи 4, Україна, ridozub@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ ТА ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ

Розроблено основні методи застосування хмарних сервісів для технології ІоТ радіаційно-екологічних досліджень. Проведено комплексну оцінку стану екосистеми, включаючи її вплив на людину. Пропонується перспективний напрям, а саме інтеграція локальних вимірвальних приладів із хмарними сервісами з використанням технології М2М/ІоТ для дистанційного вимірювання, використання перспективних напівпровідникових датчиків на основі детекторів випромінювання CdTe та CdZnTe, сучасних мікроконтролерів. Розраховано дози опромінення гамма-випромінювання та потужності дози опромінення з енергозалежною корекцією.

Ключові слова: хмарні сервіси, алгоритм, модуль збору та обробки даних, радіаційний моніторинг, сенсорні мережі, створення smart-міст, програмне забезпечення, дистанційні вимірювання.

Вступ

Хмарні сервіси є найперспективнішими технологіями для моніторингу радіаційного забруднення. Вони являють собою сукупність територіально розподілених бездротових сенсорних вузлів, призначених для збору, іноді й для попередньої обробки інформації про параметри довкілля, а також для передачі цієї інформації віддаленим користувачам. Їх доцільно використовувати в таких додатках, де неможливо, важко або дорого експлуатувати

провідні датчики. Різноманітність доступних датчиків і актуаторів уможливають застосування сенсорних мереж у багатьох галузях, наприклад, у системах безпеки об'єктів, в моніторингу довкілля, в медичних системах контролю стану хворих, в моніторингу сільськогосподарських угідь, в системах пожежогасіння, в системах моніторингу складних об'єктів і технічних комплексів, в системах автоматизації наукових досліджень тощо. Бездротові сенсорні мережі складаються з невеликих незалежних пристроїв, що мають

здатність вимірювати будь-які показники — температуру, тиск, вібрацію, звук, рух предметів, забруднення та інші. Такі пристрої називають-ся сенсорними вузлами. Кожен із них, окрім сенсорної частини — датчиків, обладнується мікроконтролером, радіотрансивером для бездротового зв'язку й автономним джерелом живлення. Через те, що бездротові мережі можуть розгортатися у віддалених і важко-доступних місцях, апаратне, алгоритмічне та програмне забезпечення має забезпечувати максимальний час функціонування вузлів, надійність, відмовостійкість і автоматичне переконфігурування.

Основний радіоекологічний моніторинг здійснюється через мережу пунктів спостереження, що охоплюють всю територію країни, включно зі службами радіологічного контролю в ядерному виробництві. Систему надзвичайного радіаційного моніторингу створено на базі територіального нагляду та контролю за екологічними параметрами радіаційного середовища в районах із поганими радіологічними умовами. Науковий радіоекологічний моніторинг здійснюється через координаційні установи на базі науково-дослідних установ (відділ Національної академії наук України), які встановили методи та процедури радіологічного дослідження [1]. Використання хмарних сервісів потрібно насамперед там, де прокладка кабелю зазвичай є неможливою з технічних, економічних та організаційних причин.

Постановка проблеми

Розробка та використання уніфікованих хмарних сервісів включають у себе методи проектування інформаційно-вимірювальних систем, методи побудови машинно-машинних (*M2M Machine-to-Machine, Mobile-to-Machine, Machine-to-Mobile*) та людино-машинних інтерфейсів, методи проектування сенсорних мереж, методи комп'ютерного моделювання електронних схем і систем, метод емуляції апаратного забезпечення (на базі *QEMU*),

методи аналізу, системного аналізу, синтезу, логічного узагальнення результатів. Їх доцільно використовувати в таких додатках, де неможливо, важко або дорого експлуатувати провідні датчики. Різноманітність доступних датчиків й актуаторів інколи унеможливають застосування сенсорних мереж у багатьох галузях, наприклад, у моніторингу навколишнього середовища.

Робота над проектом пов'язана з розробкою низки програмних рішень для фізично-розгалужених елементів системи та налагодженням зв'язку між ними. Кінцевим результатом має стати апаратно-програмний макет, що демонструє взаємодію компонентів системи на кожному етапі роботи з даними та здатний до налаштування для роботи у новій локації. Загальний обсяг робіт змушує розбити реалізацію макета спектрометра-передавача на дві частини з метою реалізації найповнішого набору функцій, покладених на етапі проектування системи. Тому дослідження та застосування хмарного сервісу й розробка програмного забезпечення має сенс.

Принцип роботи та загальна структура мережевої системи радіаційного моніторингу

При написанні підходів до побудови хмарних сервісів розглянуто склад кожного сенсорного вузла та завдання, які він виконує, що визначаються: типом даних, що збираються; місцем розташування; джерелами живлення та можливістю використання тих чи інших протоколів взаємозв'язків обміну даних [2]. Це завдання охоплює вибір та підключення апаратних частин макета, а також програмне забезпечення модулів передачі даних, розроблене у середовищі *Arduino IDE* з використанням мови розмітки *HTML* для опису веб-сторінки налаштування. Виконання основного алгоритму відбувається у головному циклі програми. Крім головного файлу в програмі також наявні окремі файли класів *EEPROMWorker* та *JSONSender*, що описують реалізацію цих класів як окремих програмних

частин, відповідних файлів заголовку, завдяки яким відбувається підключення класів та файлу опису веб-сторінки у вигляді *HTML*-коду [3]. Одразу після підключення живлення макет встановлює режими виходів *GPIO*, значення змінних й починає роботу головного циклу програми. У режимі сервера макет робить два короткі спалахи світлодіодом, за потреби вимикає підключення до *Wi-Fi* точки доступу й активує власну точку доступу у вигляді веб-серверу. Для інтуїтивності роботи з формою кожне поле вводу було забезпечено прикладом його заповнення, а деякі поля отримали інформаційні виноски. Ключ зчитування *API ThingSpeak* використовується в *HTTP Get* запитах з метою отримання даних із хмарного сервісу. Можна виокремити чотири види компонентів, які має включати в себе сенсорний вузол для виконання завдання збору даних і передачі їх споживачеві:

- Один або кілька базових інтерфейсів передачі даних (з яких можна виокремити *Ethernet*, *WiFi*, *LoWPAN*, *PLC*, *Bluetooth 4.0 LE*, *ZigBee*, *Z-Wave* тощо) для підключення до сенсорної мережі (7 варіантів у випадку одного інтерфейсу, 21 варіант у випадку двох інтерфейсів; загалом 28 варіантів);

- Інтерфейси для підключення датчиків (близько 12 найрозгалуженіших, по одному або кілька датчиків на вузол);

- Систему живлення (можливо, з акумулятором і сонячною панеллю), наприклад: *110-240V AC*, *6V DC*, *PoE*, сольові елементи живлення тощо;

- Мікропроцесорне системне ядро для підтримки можливості реалізації *IPv6* або *IPv4*, *Mesh*-маршрутизації й автономного (без зв'язку з головним вузлом та/або хмарою) реагування на аварійну ситуацію, розпізнану в цьому або іншому вузлі. Перші три пункти містять велику кількість варіантів, для кожного з яких при традиційному підході для реалізації всіх можливих варіантів сенсорних вузлів потрібно розробити понад тисячу різних пристроїв (як мінімум $28 \times 12 \times 4 = 1344$).

Модульний принцип організації сенсорного вузла дає змогу істотно скоротити

кількість пристроїв, необхідних для виконання всього спектра завдань. Було запропоновано підхід, при якому розробляється набір апаратних модулів для використання у радіаційному моніторингу; набір-конструктор наочно демонструє ці модулі, які можна комбінувати, отримуючи найрізноманітніші вузли для створення сенсорної мережі. Вузли сенсорної мережі збираються з готових модулів трьох типів: базові модулі (один або кілька), що надають інтерфейси до сенсорної мережі, та системну мікропроцесорну частину базового модуля, який забезпечує функції прийому-передачі інформації в сенсорну мережу й управління роботою сенсорного вузла:

- периферійні модулі (один або кілька), що надають інтерфейси для підключення до вузла датчиків і виконавчих механізм;

- блок електроживлення, механізм;

- блок живлення.

У цьому дослідженні розглядається, що в сенсорному вузлі міститься один базовий модуль, який є одним із багатьох перерахованих інтерфейсів. Якщо вузол передбачається використовувати як шлюз, він може мати базовий модуль.

Вузол, що є шлюзом бездротового сегмента сенсорної мережі, містить інтерфейс *Wi-Fi*. Відповідно до описаного підходу конструювання вузлів сенсорної мережі з модульною архітектурою включає такі етапи:

- визначаємо за місцем використання вузла той інтерфейс передачі даних, який є доречним; обираємо відповідний базовий модуль;

- за призначенням вузла визначаємо, які датчики або виконавчі механізми потрібно підключити до вузла, які інтерфейси забезпечать підключення цієї периферії; підбираємо відповідні інтерфейси периферійного модуля;

- визначаємо за місцем використання вузла необхідний блок живлення і створюємо його;

- приєднуємо всі відібрані модулі до спільної шини;

- підключаємо до інтерфейсів периферійних модулів первинні датчики та виконавчі механізми.

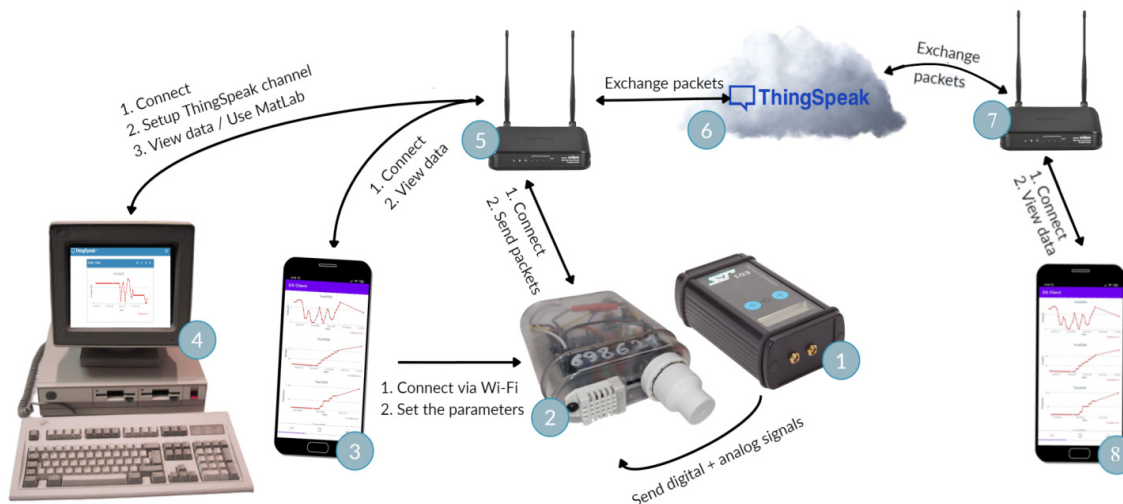


Рис.1. Схема взаємодії частин дозиметричної системи

Кожен радіомодуль має унікальний 48-розрядний серійний номер, 16 біт з якого використовуються для адресації вузлів бездротової мережі, але він також може бути використаний хост-пристроєм для ідентифікації всього кінцевого виробу. Встановлена на радіомодулі флеш-пам'ять доступна хост-пристрою для зберігання призначених для користувача даних (наприклад, для накопичення результатів вимірювань).

Принцип роботи хмарного сервісу радіаційного моніторингу

Перш ніж почати розробку, необхідно визначити фізичні компоненти системи та їхні взаємозв'язки [4]. Окрім цього, потрібно встановити порядок дій для демонстрації основних можливостей системи.

На рис. 1 зображено компоненти системи та можливі варіанти їхньої взаємодії. Кожен з них відіграє окрему роль у функціонуванні системи. Першим компонентом є дозиметр, що реєструє наявність іонізуючого випромінювання, передає цифровий сигнал детектування та аналоговий сигнал певної напруги на модуль (2) відповідно до значення

потужності іонізуючого випромінювання. Другий компонент — модуль інтерпретації, аналізу та передачі даних (модуль). Модуль відіграє роль посередника в системі Інтернету речей. До нього можуть напряму підключатися пристрої з *Wi-Fi* модулем та виконувати необхідні налаштування зі встановленого додатка або вбудованого веб-браузера. За умов коректного налаштування модуль приймає, інтерпретує та заносить в *JSON*-пакети сигнали детекторів, після чого вони передаються через *Wi-Fi* підключення (5) до хмарного сервісу (6). Якщо *Wi-Fi* мереж зі списку модуля немає в зоні підключення, той чекає нових налаштувань, перебуваючи в режимі сервера. Третім компонентом є смартфон на ОС *Android*. На нього встановлено додаток, розробка якого є частиною дипломного проекту. З допомогою додатка користувач смартфона може здійснювати налаштування модуля, попередньо підключившись до нього мережею *Wi-Fi*. Встановивши з'єднання з мережею Інтернет через *Wi-Fi* точку доступу, смартфон може демонструвати показники параметрів каналу *ThingSpeak*. Для вибору потрібного каналу передбачено сторінку налаштування параметрів додатка.

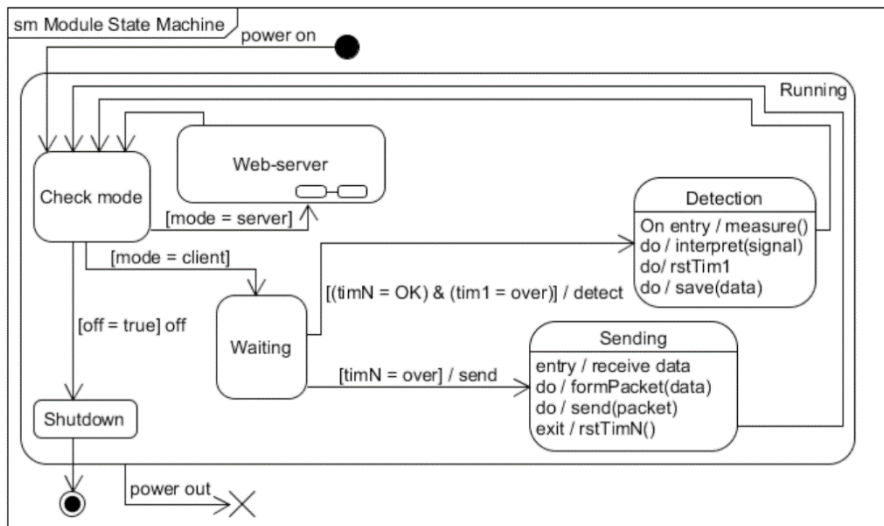


Рис.2. Схема порядку виконання процесів системи



Рис.3. UML діаграма станів модуля

Четвертий елемент — стаціонарний комп'ютер, що в рамках даної схеми підключений до мережі Інтернет через дротове з'єднання з *Wi-Fi* роутером. Оскільки зазвичай стаціонарні комп'ютери не мають вбудованої карти *Wi-Fi*, налаштування модуля з даного пристрою є неможливим. Однак, користування ПК має свої переваги: за допомогою веб-браузера клієнт здатен переходити на сторінку каналу *ThingSpeak*, продивлятися графіки та оперува-

ти даними за допомогою вбудованого пакету *MatLab*. Таке розмежування функціоналу системи вважається оптимальним, хоча за потреби користувачі мобільних пристроїв також здатні до таких маніпуляцій [5].

Решта компонентів: *Wi-Fi* модуль та хмарний сервіс *ThingSpeak* є готовими рішеннями і мають стандартний функціонал.

Для кращої демонстрації взаємодії всіх частин системи застосовуватиметься штатна послідовність операцій. Послідовність зображено на рис. 2, що показує процес розгортання та початку роботи системи в новому оточенні.

Після визначення головних функцій системи, потрібно описати динаміку роботи системи та логіку виконання окремих її прецедентів. Оскільки програмне забезпечення модуля — це кінцевий автомат, доречним є зображення його роботи за допомогою діаграми станів рис. 3.

На діаграмі станів зображено поведінку модуля від моменту подачі живлення до штатного або аварійного відключення. Його поведінка виражається в зміні станів системи у відповідь на зовнішні та внутрішні події. Загальний стан системи між початком і зупинкою її роботи позначено прямокутником «*Running*». Оскільки

макет дозиметричної системи не працює з критичною інформацією, збереження цілісності даних не є пріоритетним завданням. Однак, для виключення можливості пошкодження пам'яті, необхідно створити штатний метод вимикання модуля. На відміну від псевдо-стану припинення (*Terminate*), перехід до якого може відбутися в будь-який момент роботи системи, стан зупинки (*Shutdown*) передбачає завершення решти процесів. Логіка роботи модуля побудована навколо циклічної перевірки змінної режиму системи, що може змінюватися й за натискання кнопки, й внаслідок вибору відповідної опції через програми налаштування. Стан «клієнт» є головним робочим станом модуля. Його роботу продемонстровано станами очікування, детектування та відправки. За проходження часу очікування одного детектування та наявності часу перед відправкою пакету, модуль переходить в стан детектування, отримуючи, інтерпретуючи та записуючи в пам'ять дані, після чого лічильник одного детектування скидається та відбувається новий цикл. Після завершення часу перед відправкою, збережені раніше дані заносяться до пакету, пакет відправляється до хмари, скидається лічильник відправки й автомат знову переходить до стану перевірки режиму [6].

Діаграма станів включає стан веб-серверу, який містить певну кількість логічних операцій, що робить дану діаграму композитною. Веб-сервер є частиною, яка відповідає за обробку сигналів, що надходять від підключених пристроїв. Після першої зміни режиму роботи на значення «сервер», у циклі відбувається запуск веб-серверу, логіка якого спрацьовує від зовнішніх переривань. Переривання відбувається за надходження нового *HTTP*-запиту. Для детальнішого зображення роботи обробника переривань, було розроблено діаграму діяльності відповідного стану системи на рис. 4.

Діаграма діяльності демонструє роботу обробника переривань у вигляді низки подій, що відбуваються в разі надходження запиту. Точка входу — виклик обробника переривань. Істотною є наявність трьох основних

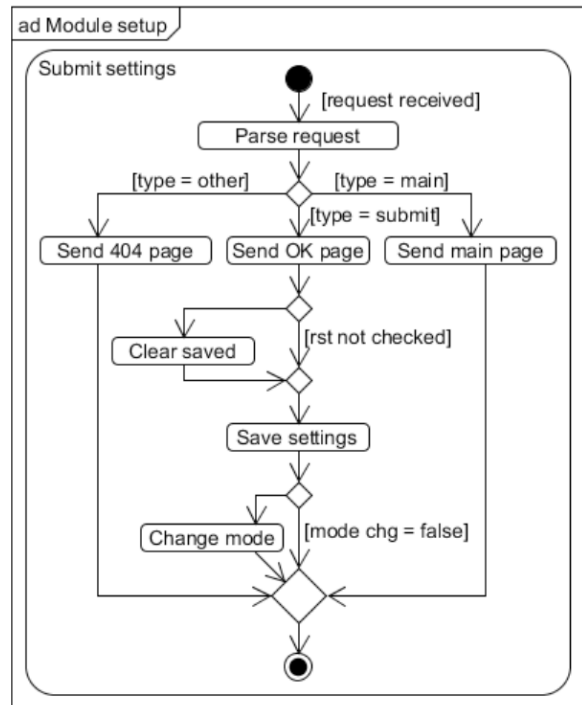


Рис. 4. UML діаграма діяльності обробника *HTTP*-запитів (модуль)

варіантів запиту, що відповідають необхідним сторінкам елементарного *веб сайту*: головній сторінці з формами налаштування, сторінці вдалої відправки повідомлення та сторінці за замовченням з повідомленням про відсутність введеної сторінки на веб-сервері. Центральна послідовність дій демонструє спрощену логіку роботи процесу налаштування модуля, керовану даними, переданими у запиті. Варто звернути увагу на те, що видалення попередніх налаштувань у діяльності «*Clear saved*» має відбуватися перед збереженням нових налаштувань задля збереження актуального запису в першій доступній клітинці області енергонезалежного зберігання даних. Також у цьому процесі можлива зміна режиму роботи модуля при виявленні встановленого атрибуту зміни режиму.

Звичайно, встановлення зв'язку з *ThingSpeak* без використання *Wi-Fi* точки доступу є не-

можливим для решти пристроїв системи — діаграма трохи спрощує фізичне представлення структури системи.

Варто звернути увагу на типи повідомлень, обмін якими відбувається між частинами системи, та зони фокусу при виконанні певних команд. Можна побачити, що деякі повідомлення позначено зафарбованою стрілкою й вони утримуватимуть процес активним до надходження відповіді від адресанта. Інші, асинхронні, повідомлення дають змогу використовувати компоненти системи одразу після відправки команди. Також на діаграмі зображено дві області циклу. Вони відповідають за циклічну процедуру детектування з відліком часу між окремими спробами детектування та часу між відправками пакету даних до *ThingSpeak*.

На цьому етапі, опис динаміки роботи макета системи можна вважати достатнім для розробки та програмної реалізації її алгоритмів [7]. Останнім етапом в розробці архітектури макета обміну даними стане створення діаграм класів програмного забезпечення макета та клієнтського Android додатку, що визначають структурні елементи, їхні атрибути та поведінку.

Висновки

Здійснено аналіз уніфікованих хмарних сервісів, які включають у себе методи проектування інформаційно-вимірювальних систем, методи побудови машинно-машинних та людино-машинних інтерфейсів, методи проектування сенсорних мереж, методи комп'ютерного моделювання електронних

схем і систем, метод емуляції апаратного забезпечення (на базі *QEMU*), методи аналізу, системного аналізу, синтезу, логічного узагальнення результатів. Включено також вибір та підключення апаратних частин модуля, програмне забезпечення модулів передачі даних, розроблене у середовищі *ThingSpeak* з використанням мови розмітки *HTML* для опису веб-сторінки налаштування. Описано реалізацію даних як окремих програмних частин, відповідних файлів заголовка, завдяки яким проходить підключення класів та файлу опису веб-сторінки у вигляді *HTML* коду. Впроваджено діаграму станів із певною кількістю операцій.

Також було розроблено архітектуру та структурну схему дозиметричної системи з можливістю віддаленого доступу та дистанційного управління основними функціями, де елементи системи виявилися корисними для дистанційного виконання лабораторних робіт студентами під час карантину. Розроблена концептуальна модель не є залежною від деяких технічних рішень та може бути використана великим спектром рішень.

Запропонована модель дає змогу знизити розробку проектної моделі та за допомогою сенсорної мережі й бездротової передачі даних знизити витрати на розробку та впровадження у створення системи комплексного контролю й спостереження за радіаційною безпекою та визначення рівня забруднення, швидкого реагування на надзвичайні події та попередження можливих радіаційних аварій, а також зменшення їхніх наслідків для населення не лише на межах України та створення "*Smart-міст*".

ЛІТЕРАТУРА

1. Григор'єва Л. І., Томілі Ю. А., Рожков І. М. Іонізуюче випромінювання та його вплив на людину. Миколаїв : МДГУ ім. Петра Могили, 2008. 208 с.
2. Кічно В. О., Поліщук С. В., Гудков І. М. Основи радіобіології та радіоекології : навчальний посібник. К. : Хай-Тек Прес, 2007. 320 с.
3. Захарченко А. А., Наконечный Д. В., Шляхов И. Н., Рыбка А. В., Кутний В. Е., Хажмурадов М. А. Моделирование энергетической зависимости чувствительности CdTe (CdZnTe) детекторов гамма-излучения. Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2007. 1. С. 28–31. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/52644/06-Zakharchenko.pdf?sequence=1>.
4. Лазарев Ю. Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab : електронний навчальний посібник. Київ : НТУУ “КПІ”, 2011. 421 с. URL: https://kafpson.kpi.ua/Arhiv/Lazarev/mds_matlab.pdf.
5. Ridozub O., Terokhin V., Stervoyedov N., Fomin S. Сенсорний вузол для бездротової мережі радіаційного моніторингу. Вісн. Харківського нац. ун-ту імені В. Н. Каразіна. Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління. 2019. 44. С. 88–93. URL: <https://periodicals.karazin.ua/mia/article/view/15776/14614>.
6. Ажажа В. М., Кутний В. Е., Рыбка А. В. и др. Приборы на основе CdTe и CdZnTe для технологического контроля и мониторинга радиационной обстановки на АЭС. Наука та інновації. 2006. 2 (6). С. 31–38. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/113940>.
7. Захарченко А. А. Моделирование дозиметрических свойств детекторов гамма излучения на основе высокоомных полупроводников : диссертация на соискание канд. физ.-мат. наук. Харьков, 2009. С. 28–31.

Надійшла 01.04.2021

REFERENCES

1. Grigoreva L. I., Tomili Yu. A., Rozhkov I. M., 2008. Grigoreva Ionizing radiation and its effect on humans, MDGU im.PetraMogili, Mikolaiv, 208 p. (In Russian).
2. Kitsno V. O., Polishchuk S. V., Gudkov I. M., 2007. Fundamentals of radiobiology and radioecology, Textbook, hi-Tech Pres, Kyiv, 320 p. (In Russian).
3. Zakharchenko A. A., Nakonechny D. V., Shlyakhov I. N., Rybka A. V., Kutniy V. Ye., Khazhmuradov M. A., 2007. “Modeling of the energy dependence of the sensitivity Of CdTe (CdZnTe) detectors of gamma radiation”, Technology and design in electronic equipment, 1, pp. 28–31. [online] Available at: <<http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/52644/06-Zakharchenko.pdf?sequence=1>> (In Russian).
4. Lazaryev Yu. F., 2011. Modelyuvannyadynamichnykh system u Matlab, Electronictextbook, NTUU “KPI”, Kyiv, 421 p. [online] Available at: <https://kafpson.kpi.ua/Arhiv/Lazarev/mds_matlab.pdf> (In Ukrainian).
5. Ridozub O., Terokhin V., Stervoyedov N., Fomin S., 2019. “Sensor node for wireless radiation monitoring network”, Bulletin of V. N. KarazinKharkiv national University. Mathematical modeling. Informationtechnology. Automated control system, 44, pp. 88–93. [online] Available at: <<https://periodicals.karazin.ua/mia/index>> (In Ukrainian).
6. Azhazha V. M., Kutniy V. E., Rybka A. V. et al., 2006. “Devices based on CdTe and CdZnTe for technological control and monitoring of the radiation situation at nuclear power plants”, Nauka ta innovatsii, 2 (6), pp. 31–38. [online] Available at: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/113940> (In Russian).
7. Zakharchenko A. A., 2009. Modeling of dosimetric properties of gamma radiation detectors based on high-resistance semiconductors, Ph. D. Tesis, Kharkiv, pp. 28–31. (In Ukrainian).

Received 01.04.2021

V.L. Terokhin, Aspirant of the Department of electronics and control systems, V.N. Karazin Kharkiv National University, 6, Svobody square, Kharkiv-22, Ukraine, 61022, kbs-com@karazin.ua

N.G. Stervoyedov, DSci (Eng.), Associate Professor; Head of the Department of electronics and control systems, V.N. Karazin Kharkiv national University, 6, Svobody square, Kharkiv-22, Ukraine, 61022, styervoyedov@yahoo.com

O.V. Ridozub, Student of the faculty of Computer science, V.N. Karazin Kharkiv national University, 6, Svobody square, Kharkiv-22, Ukraine, 61022, ridozub@gmail.com

APPLICATION OF THE IoT TECHNOLOGY AND CLOUD SERVICES FOR RADIATION MONITORING

Introduction. Cloud services are the most promising technologies for monitoring radiation pollution. They are a set of geographically distributed wireless sensor nodes designed to collect, sometimes pre-process, information about environmental parameters, as well as to transmit this information to remote users.

Purpose. Development of basic methods for applying cloud services for IoT radiation and Environmental Research Technology. A comprehensive assessment of the ecosystem, including its impact on humans, was carried out. At the same time, a promising direction is proposed, namely the integration of on-premises measuring devices with cloud services using M2M/IoT technology for remote measurement, the use of promising semiconductor sensors based on CdTe and CdZnTe radiation detectors, and modern microcontrollers.

Methods. Use of methods Wi-Fi access point, control of the sensor network via a smartphone to transfer data parameters to the ThingSpeak cloud service.

Results. When writing approaches to building cloud services, the composition of each sensor node and the task that it performs are considered, such as: the type of data collected, location, power sources, and the possibility of using certain protocols for data exchange relationships.

Conclusion. The analysis of unified cloud services that include the methods of designing information and measurement systems, methods of building machine-machine and human-machine interfaces, methods of designing sensor networks, methods of computer modeling of electronic circuits and systems, hardware emulation method (based on QEMU), methods of analysis, system analysis, synthesis, logical generalization of results. It includes selecting and connecting layout hardware, data module software that is developed in the ThingSpeak environment using the HTML markup language to describe the configuration web page.

Keywords: *cloud services, algorithm, data collection and processing module, radiation monitoring, sensor networks, creation smart-city, software, remote measurements.*