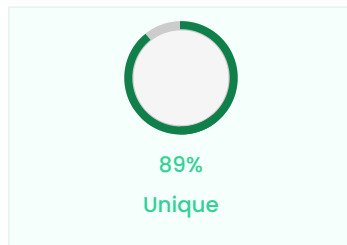
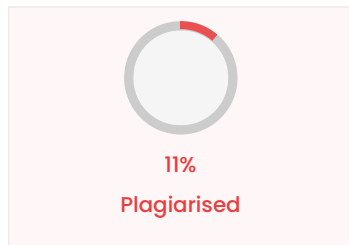


## Plagiarism Scan Report



## Words Statistics

Words	18891
Characters	147880

Exclude URL: None

## Content Checked For Plagiarism

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ПРАТ «ПВНЗ «ЗАПОРІЗЬКИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ ТА ІНФОРМА  
Зав.кафедри \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Переверзев А.В. МАГІСТЕРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА О  
КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ Виконав ст. гр. КІ-210М \_\_\_\_\_ 3. Кація Керівник \_\_\_\_\_ С.  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» Кафедра комп'ютерної інженерії ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедрою д.т.н., професор Г  
ДИПЛОМНУ РОБОТУ Студенту гр. КІ – 210М, спеціальності «Комп'ютерна інженерія» Кація Заза І.Тема: Орг  
затверджена наказом по інституту 06.2-15-3 від 15 березня 2022 р. 2. Термін здачі студентом закінченої робо  
інформаційних джерел стосовно вбудованих систем. 2. Розглянути сучасні методи моніторингу стану навколишньо  
вибір та огляд сенсорів та датчиків, що здійснюють моніторинг навколишнього середовища. 5. Розробити структуру  
Протестувати систему в різних умовах 7. Проаналізувати отримані результати 8. Оформити звіт за резуль  
\_\_\_\_\_ С.О. Сабанов (підпис) (прізвище та ініціали) Завдання отримав до виконання \_\_\_\_\_  
дипломна робота містить 120 сторінок, 57 рисунків, 2 таблиці, 2 додатки, 45 посилань. Об'єкт розробки – технологі  
розробки – проект системи еко-моніторингу з використанням комп'ютерних мереж різного рівня. Мета роботи  
середовища задля їхньої кластеризації та взаємодії з користувачами за допомогою мережевих технологій. Ме  
моделювання та програмування системи. У дипломній роботі було розглянуто сучасний стан проблематики систе  
Здійснено огляд програмно-апаратних засобів та технологій розробки, що можуть ефективно реалізовувати постав  
на базі інтеграції пристроїв за допомогою технології мережевої взаємодії. Здійснено практичну реалізацію запр  
SENSORS, MCU, NETWORK, LAN, WAN, MQTT, WIRELESS SENSOR NETWORK ЗМІСТ ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧІ  
СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА 12 1.1 Стан функціонування системи мо  
Проблематика питання на державному рівні Грузії 18 1.1.3 Неурядові та неофіційні організації з еко-моніторин  
персональних систем моніторингу 23 1.2.2 Огляд локальних рішень 27 1.2.3 Огляд глобальних рішень 31 1.3 І  
МОНІТОРИНГУ 33 2.1 Архітектурні особливості бездротових сенсорних мереж 33 2.1.1 Сфера використання WSN :  
інформацією 41 2.3.1 Архітектурна взаємодія вузлів у глобальній мережі 41 2.3.2 Огляд протоколу MQTT 51 2.3.3 Огл  
63 2.4 Вибір апаратного комплексу розробки системи 66 2.4.1 Вибір мікроконтролеру вузлу сенсорної мережі  
одноплатного комп'ютера 82 2.5 Вибір програмного комплексу проекту 83 2.5.1 Вибір середовища проектування  
локального та глобального серверу 88 2.6 Висновки за розділом 89 РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ  
91 3.2 Розробка вузла сенсорної мережі на базі ATtiny85 94 3.3 Розробка вузла сенсорної мережі на базі ESP826  
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 107 Додаток А. Вихідний код мікроконтролеру Attiny85 112 Додаток Б. Вихідний код мік  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ Скорочення Повна назва/ Пояснення АЕС Атомна електрична станція АЦП Аналог  
департамент гідрометеорології ГРЕ Гамма радіаційна експозиція ДСМД Державна система моніторингу довкілля  
Європейське агентство довкілля ЄС Європейська спільнота ООН Організація об'єднаних націй ОСРЧ Операцій  
Науковий комітет з проблем навколишнього середовища ШІМ Широтно-імпульсна модуляція ЮНЕП United Natic  
Cultural Organization ADU Application Data Unit ALU Arithmetic logic unit AMQP Advanced Message Queuing  
for Information Interchange CISC Complex instruction set computer CMOS Complementary metal-oxide-se

CPU Central Processing unit CRC16 Cyclic redundancy check DIP Dual In-line Package EDA Electronic design Programmable Read-Only Memory Eionet Європейська екологічна інформаційна та спостережна мережа FIFO General-purpose input/output, HDMI High Definition Media Interface HTTP Hyper text transfer protocol I/O interface IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers IoT Internet of Things ISO International Organization for Standardization LRC Longitudinal redundancy check M2M Machine-to-Machine MAC Media Access Control MCU Microcontroller Queuing Telemetry Transport OMS Online Monitoring System PADS Personal Automated Design Solutions interface RAM Random Access Memory RF radio frequency RISC reduced instruction set computer RTU Remote Mounted Device SMTP Simple Mail Transfer Protocol SoC System on Crystal SPI Serial Peripheral Interface Control protocol / internet protocol TLS Transport Layer Security UART Universal Asynchronous Receiver-Transmitter Serial Bus USI Universal Serial Interface WAN Wide Area Network Wi-Fi Wireless Fidelity WSN Wireless Sensing Protocol ВСТУП У наш час питання екологічного стану оточуючого середовища є вельми актуальною задачею. Інженерні фактори можуть спричинити погіршення стану біосфери планети та негативно вплинути на життя людей. Однією з важливих задач, які вирішуються багатьма світовими науковими установами та вченими різними шляхами, ефективної організації системи еко-моніторингу є використання вбудованих систем (embedded system). За механічними або іншими частинами, призначена для виконання окремої функції [3]. Саме тому правильна та чітка організація комп'ютерних мереж різного рівня можуть надати цим системам легкого масштабування (від локального середовища до глобального середовища, в якій завдяки використанню різних технологій передачі даних досягнуто ряд переваг). Робота пропонується ряд організаційних заходів щодо кластеризації даних систем, виділення ефективних підсистем перспективним напрямком дослідження є використання та організація у якості першої підсистеми зчитування та обробки даних Networks (WSN) – розподілені мережі, що складаються з маленьких сенсорних вузлів, з інтегрованими функціями спеціального призначення характеризуються: обмеженістю ресурсів вузлів мережі (по продуктивності процесора, і швидкості передачі даних), обмеженою спроможністю каналів радіозв'язку між вузлами концентрацією трафіка біля шлюзу та ін [4]. Дана система має бути мережа повинна працювати в особливих умовах, враховуючи можливість застосування деструктивних чинників, і зменшення часу функціонування БСМ тощо. Таким чином, щоб якісно ліквідувати недоліки та масштабувати систему організації. Виходом у цьому може служити MQTT протокол, що ефективно використовується для обміну невеликими повідомленнями, що працює на TCP/IP. Використовується для обміну повідомленнями між пристроями за принципом видавець-післяк. СЕРЕДОВИЩА Екологічний моніторинг (моніторинг навколишнього середовища) – комплексні спостереження за природних екологічних систем, для процесів, явлень, оцінка і прогноз змін стану навколишнього середовища [6]. Організація (науковий комітет з проблем навколишнього середовища) при ЮНЕСКО в 1971 р., а потім питання проведення екологічного моніторингу Організацій об'єднаних націй по проблемам навколишнього середовища. Пропозиції щодо екологічного моніторингу Наукового комітету з проблем навколишнього середовища Міжнародного ради наукових союзів, створеної для моніторингом їх розуміли «систематичні спостереження за станом навколишнього середовища, можливі зміни в організації навколишнього середовища». Можна виділити класифікацію видів екологічного моніторингу. За масштабом можна виділити локальний моніторинг, регіональний моніторинг, національний моніторинг та глобальний моніторинг. Останній передбачає екологічні дослідження взаємодії людини та природи у масштабах однієї держави. Досить складно однозначно визначити масштаби регіонального моніторингу. Локальний моніторинг проводиться в промисловій зоні, муніципального освіти (міста, району). По об'єкту стеження: фоновий (базовий), імпульсний, тематичний дослідження, створені задля виявлення природних закономірностей зміни природних компонентів і комплексі природного середовища в районах розташування небезпечних та потенційно небезпечних (АЕС) джерел антропогенного впливу, наприклад, лісових або природних територій, що особливо охороняються. Значною мірою за явищами та способами природними компонентами виділяється геологічний, атмосферний, гідрологічний, геофізичний, ґрунтовий, лісовий, моніторинг за станом атмосферного повітря, його забрудненням і за природними явищами, що відбуваються в атмосфері. Аналогічно можна визначити інші компонентні моніторинги. За організаційними особливостями спостереження видів міжнародного належать системи оцінки прогнозу, організовані міждержавними організаціями глобального характеру державними та муніципальними службами. Зрештою, промислові та сільськогосподарські підприємства, галузі великої промисловості, особи, громадські об'єднання громадян. Розрізняються такі підсистеми екологічного моніторингу, як: геофізичний моніторинг (моніторинг геофізичних даних середовища, а також вивчає елементи неживої складової біосфери, у тому числі об'єктів, стан кліматичної системи. Охоплює ту частину біосфери, яка впливає на формування клімату: атмосферу, океан, криж і льодовики, спостереженнями.); біологічний моніторинг (заснований на спостереженні за реакцією живих організмів на забруднення, аналізу, оцінки та прогнозу стану фізичного здоров'я населення) та ін. У загальному вигляді процес екологічного моніторингу навколишнього середовища) -> вимірювання параметрів різними підсистемами моніторингу -> збирання та перекладу даних та прогнозування. Система екологічного моніторингу вартує обслуговування систем управління якістю довкілля (далі називатимемо її системою екологічного моніторингу, використовується системою управління для запобігання або усунення негативних

середовища, а також для розробки прогнозів соціально-економічного розвитку, розробки програм у галузі еко підсистеми: прийняття рішення (спеціально уповноважений державний орган), управління виконанням рішень: технічних чи інших засобів. Підсистеми екологічного моніторингу різняться на об'єктах спостереження. Оскільки енергетичні ресурси, біоресурси, ґрунти та ін., то виділяють відповідні підсистеми моніторингу. Однак підсистеми довкілля Проблема захисту навколишнього середовища набуває пріоритетний характер в міжнародних відносин гуманістичної точки зору, залежить збереження життя на землі [7]. 1.1.1 Проблематика питання на державном демократичних та цивілізованих країн вводять спеціальні законодавчі програми щодо моніторингу довкілля. Серед Законом України „Про охорону навколишнього природного середовища” (ст.20, 22) передбачено створення держ станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення. Виконання цих функцій покладено на системи моніторингу довкілля, а також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може трьох рівнях, що розподіляються за територіальним принципом: \* загальнодержавний рівень, що охоплює пріорите що охоплює пріоритетні напрямки та завдання в масштабах територіального регіону; \* локальний рівень, що охог підвищеним антропогенним навантаженням. Також згідно за цією програмою основними напрямками екологі забрудненням атмосферного повітря у 53 містах України на 162 стаціонарних, двох маршрутних постах спостереж складом атмосферних опадів та за кислотністю опадів. Програма обов'язкового моніторингу якості атмосферного (SO<sub>2</sub>), оксид вуглецю, формальдегід (H<sub>2</sub>CO), свинець та бенз(а)пірен. Деякі станції здійснюють спостереж забруднюючих речовин в опадах та сніговому покриві. 2. Моніторинг стану вод суші - отримуються дані по 46 парал зважених часток та органічних речовин, основних забруднюючих речовин, важких металів та пестицидів. На водни показники радіоактивного забруднення поверхневих вод. 3. Моніторинг прибережних вод - проводяться вимірюва проб та аналіз впливу джерел забруднення, які розташовані на узбережжі; моніторинг скидів з кораблів; забрудн морському шельфі; нагляд за використанням живих ресурсів моря. 4. Моніторинг стану ґрунтів сільськогосподар показників біологічного різноманіття - здійснюється тільки за видами, які представляють промисловий інтерє спостереження за радіоактивним забрудненням атмосфери шляхом щоденних замірів доз гамма-радіаційної ексг аерозолу в повітрі. Для упорядкування процесу обміну інформацією за показниками та термінами надання екологі співробітництво у сфері моніторингу навколишнього природного середовища, до яких розроблені відповідні рі передається територіальними органами суб'єктів ДСМД до регіональних центрів моніторингу довкілля, або державн аналітична інформація надається міністерствами та відомствами-суб'єктами ДСМД Мінприроди. Отримані дані п банках екологічних даних. Функціонування Інформаційно-аналітичного центру Мінприроди забезпечує інформал системи моніторингу довкілля, створення уніфікованого банку екологічних даних, проведення комплексного аналіз затверджено Державну цільову екологічну програму проведення моніторингу навколишнього природного середо що виключення дублювання та включення додаткових функцій з моніторингу, створення єдиної мережі спо технічного, методичного, метрологічного та наукового забезпечення функціонування єдиної мережі спостережень. З довкілля передбачено створення та забезпечення функціонування єдиної автоматизованої підсистеми збору, обрє моніторингу. 1.1.2 Проблематика питання на державному рівні Грузії Важка економічна ситуація в Грузії привела до десятиліття станцій і обладнання моніторингу виносилися і во багатьох випадках прийшли у неробочий стан. У ці послуги в закладах, які займаються моніторингом; для проведення серйозного технічного обслуговування та р Дванадцять регіональних департаментів міністерств навколишнього середовища здійснюють нагляд за самоконтр маси, випадків вимірювання фактичних викидів дуже рідко, оскільки відповідне обладнання або застаріло, або його державні установи, безпосередньо займаються моніторингом, такі як Державний департамент гідрометеорології ( повітря і ґрунту. На даний час Гідромет здійснює безперервний контроль за забрудненням навколишнього по Державному департаменті геології, який відповідає за мінеральні ресурси, діє всього 30 з 500 станцій моніторингу удосконалення методів роботи, керівничих принципів і протоколів. Контроль якості даних моніторингу ненадійні екологічних показників Індикатори розроблені Робочою групою разом з ЄАОС сприяють створенню національного оціночних доповідей ляжуть в основу для об'єктивної оцінки стану навколишнього середовища та розробленн моніторингу навколишнього середовища підприємствами та покращення їх екологічної звітності активно впрок дотриманням підприємствами природоохоронних нормативних актів та покращить збір даних для національних оці Г.С., Сванидзе З.С. та ін.) постійно займаються питанням моніторингу довкілля та отримують сучасні результати [11] асоціація вчених, технологів, інженерів та інших зацікавлених груп, що беруть участь у всіх наукових та технологічн на сталий розвиток. Головною метою організації є підтримка та сприяння поширенню інформації про найсучасніші і політики, дружньої до навколишнього середовища [12]. Глобальна мережа екологічного маркування (англ. Glob впроваджують системи екологічного маркування відповідно до добровільного міжнародного стандарту ISO 1402 екологічної сертифікації та маркування, який практикується у всьому світі. Екомаркування ідентифікує продукти а

«зелених» символів або заяв, зроблених постачальниками, члени GEN пропонують надійні етикетки, сертифіковані відповідними прозорим критеріям екологічного лідерства на основі міркувань життєвого циклу. Екологічно відповідно до науково обґрунтованого стандарту. Вимоги та категорії продуктів можуть відрізнятися, але всі стосуються токсичності, якості повітря, використання енергії та води, переробки, використання природних ресурсів та інші [14].

Рис. 1.2 – Логотип організації EEA Матеріали ЄАД – це основна інформаційна база для політики, а також для громадськості (рис 1.3). Рис. 1.3 – Приклад датаграми з даними Основні напрямки роботи розуміння його просторової зміни; – захист людського здоров'я та якості життя; – використання та управління прийомами (Ісландією, Ліхтенштейном, Норвегією, Швейцарією та Туреччиною) та шість країн, які співпрацюють з ним має (Македонія, Сербія та Чорногорія). Європейська екологічна інформаційна та спостережна мережа (Eionet) – це координація її дій. Для цього ЄАД тісно співпрацює з національними фокусними групами (focal points), як і середовища. Вони відповідальні за координування національних мереж, що включають багато установ (загалом більше 1986 р. – Всесвітній фонд дикої природи (World Wildlife Fund, WWF) – міжнародна неурядова організація, і середовища. Офіційна назва організації була змінена з World Wildlife Fund на World Wide Fund for Nature, є незалежна природоохоронна організація у світі, має близько 5 млн працівників та добровольців по всьому світу, при привертаючи увагу мільйонів людей до проблем охорони навколишнього середовища та їх вирішення. Організація пожертвувань. Місія WWF – запобігання деградації природного середовища планети, що наростає, і досягненню галузі. Символ Всесвітнього фонду дикої природи – гігантська панда. Рис. 1.4 – Логотип організації WWF

1.2 Огляд існ моніторингу Метеостанція Bresser Weather Center 5-in-1 Wi-Fi Profi Sensor Color – професійна метеостанція з як-от величина атмосферного тиску, швидкість і напрямок вітру, рівень опадів, температура та відносна вологість можна під'єднувати до основного модуля за радіоканалом або через мережу Wi-Fi. Зв'язок підтримується на відстані або комп'ютері. Можлива публікація даних на порталах: PWS Weather ([www.pwsweather.com](http://www.pwsweather.com)), Weathercloud (www.weathercloud.com) – Bresser Weather Center Метеостанція Bresser Weather Center 5-in-1 Wi-Fi Profi Sensor Color – це багатофункціональна метеостанція, яка допоможе в підтримці оптимального мікроклімату в будинку. Сучасний лаконічний дизайн і найширший спектр функцій так і на присадибних ділянках. Вся інформація про погоду виводиться на яскравий кольоровий екран метеостанції, який вказує на те, чи будуть, наприклад, температура та вологість повітря підвищуватися найближчим часом чи, навпаки, знизяться найближчі 24 години. Вона може мати кілька значень: сонячно, мінлива хмарність, хмарно, дощ, сніг. Метеостанція цю інформацію частині екрана зображаються день тижня, поточна фаза Місяця, поточний час, число та місяць. Тут же з'являється функція Вбудована функція тривожних сповіщень попередить вас про вихід вимірюваних параметрів за вказані межі. Усі параметри встановлення та монтажу. MISOL WH1150-1 – сучасна, мультифункціональна метеостанція з безпроводною передачею даних температури, вологості, абсолютного та відносного атмосферного тиску, точки роси, відображення поточних показників. Вирізняється простотою експлуатації, високою точністю та надійністю вимірювання [17]. Метеостанція оснащена функцією вимірювання та бездротовим виносним сенсорним блоком з власним невеликим дисплеєм, на який також виводяться дані сенсорного блоку від -40°C до +65°C, що дозволяє використовувати метеостанцію в наших кліматичних умовах. Функція годинника (відображення дати, дня тижня, місяця та року), індикатора заряду батареї, функції фіксації максимальних значень, функції полегшують роботу оператора. Домашню метеостанцію з бездротовим датчиком MISOL WH 1150 використовують для моніторингу повсякденної діяльності, яка залежить від погодних умов, метеочутливі люди для попередження кризових станів: функція датчиком на сонячній батареї BRESSER має сучасний дизайн із величезним ширококутним кольоровим екраном. Функція ідеально підходить для офісів, шкіл і розсадників рослин – базова станція ідеально підходить для огляду погоди у будинку. Wi-Fi також може підключатися до Інтернету для відображення даних прогнозу з платформи ProWeatherLive, екологічної ймовірності дощу, а також місцева видимість та хмарність [18]. Рис. 1.8 – Метеостанція Метеостанція оснащена екраном, який показує температуру, вологість, швидкість вітру, напрямок вітру, кількість опадів, рівень ультрафіолету та інтенсивність свідчення батареї. Просто вирівняйте велику сонячну панель із сонцем для безперебійної роботи цілий рік. Коли світить сонце, екран відображатимуться на вашій базовій станції, яка має радіус дії до 150 метрів. На додаток до відображення вимірюваних параметрів Wi-Fi також має багато інших функцій. Наприклад, він оснащений вбудованим термо/гігродатчиком, який вимірює вологість пам'ять – ідеально підходить для моніторингу клімату в приміщенні та запобігання цвілі та надмірно сухого повітря. Функція опадів та інших зовнішніх вимірювань також можна переглянути на дисплеї. Окрім даних про погоду, великий екран також показує сходу/сходу та заходу/заходу сонця також відображається у верхній частині екрана. Рис. 1.9 – Сенсорні прилади моніторингу в Інтернеті кількома простими клацаннями, щоб ви могли отримати доступ до своїх даних віддалено за допомогою Інтернету, а також можете безкоштовно надіслати вимірювання зі своєї метеостанції в систему розумного дому за допомогою функції налаштувати параметри: <https://www.awekas.at/for2/index.php?thread/17080-software-api-stations-api-be>



умови за допомогою 8-денного погодного центру BRESSER 4CAST XL 7-в-1 Wi-Fi із датчиком на сонячній енергії прогнозування погодних умов. Висока точність сенсорів дозволяє отримувати прогноз, який не поступається точності метеостанції (приймача) 19,5x13,8x1,9 см, зовнішнього датчика та внутрішнього датчика (термогігрометра). При кольоровому дисплеї відображається швидкість та напрямок вітру, кількість опадів, температура, вологість, ультрасенсор барометричний тиск, вологість та температура – від внутрішнього датчика, а також відображаються параметри з роздільною здатністю (в середньому один раз на секунду протягом 16 секунд), пориви вітру, 10-хвилинну середню швидкість та напередбачено 2 фони (світлий і темний) для зручного зчитування інформації в денний та нічний час. Приймач (дискретною позначкою часу які можна скопіювати на карту TF (постачається опційно) у форматі (\*.csv). Дані можна переглядати на метеостанції (Wifi) MISOL HP2550 Метеостанція може підключатися до Wi-Fi та завантажувати дані на веб сайт: [www.misol.com](http://www.misol.com) Можливість налаштування сигналізації для внутрішньої та зовнішньої температури та вологості, точки роси, барометричного тиску, калібрування точності користувача значно полегшують роботу з метеостанцією. Професійні метеостанції (Wifi) MISOL (внутрішній та зовнішній датчик) ґрунті, так і в теплицях, прогнозування погодних умов, моніторингу сприятливих погодних умов для проведення сілків рослин, збирання врожаю, тощо), попередження про заморозки і засухи, моніторинг вологості і температури ґрунту, ферм, для спостереження за тепловим режимом тварин, тощо.

### 1.2.3 Огляд глобальних рішень Проект «Спільний моніторинг природних парків та заповідних територій Чорноморського басейну (BSB). Загальна мета проекту – сприяти підвищенню довкілля в природних парках та заповідних територіях у BSB. Основним результатом проекту стане створення середовища через веб-хмарний сервіс для автоматичного збору даних з бездротових сенсорних мереж та веб-хмарного середовища в BSB інтегруватиме дані вимірювань і слугуватиме платформою для поширення зібраних сенсорні мережі будуть також використовуватися для моніторингу стану природних місць існування та наявності залежних від зміни клімату та антропогенних впливів [20].

### Транскордонна команда дослідників розробить спільний моніторинг інвазивних видів та проведе моніторинг. Методологія гарантує збір сумісних даних та актуальної інформації про розповсюдження форм загрози.

### Рис 1.11 – Приклад роботи датчиків повітря

Для кожного природного парку чи заповідної території будуть проводитимуть щорічні польові спостереження. На основі зібраної інформації моніторингу буде розроблено звіт на межі заповідних територій Чорноморського басейну та Переліку заходів, які пропонуються для збереження заповідних територій.

### Здійснено огляд сучасного стану технологій та інформаційних систем з екологічного моніторингу у світі, Глобальний огляд сучасних систем-аналогів. Виявлено доцільність подальшої розробки багатосарової архітектури з мікроконтролерами.

### АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ ЕКО-МОНІТОРИНГУ

#### 2.1 Архітектурні особливості бездротових сенсорних мереж

##### 2.1.1 Бездротові сенсорні мережі

Бездротові сенсорні мережі, які набувають популярність з величезною кількістю цивільних і військових застосувань. Це бездротова мережа моніторингу фізичних або екологічних умов. WSN складається з набору з'єднаних крихітних сенсорних вузлів, які передають інформацію про навколишнє середовище наприклад, температура, тиск, вологість або забруднювачі, і відправляють або активує сигнал тривоги чи дію, залежно від типу та обсягу даних, які відстежуються [21]. Бездротові сенсорні мережі використовують протоколів через декілька обмежень. Через вимогу щодо низької складності пристрою разом із низьким споживанням енергії баланс між можливостями зв'язку та обробки сигналів/даних. Це спонукає до величезних зусиль у дослідницькій діяльності протягом десятиліття. В даний час більшість досліджень WSN зосереджено на розробці енерго- та обчислювально ефективних програм моніторингу та звітності, орієнтованими на дані. Одним із рішень є алгоритм CMT (Cable Mode Transmission) для місцевості, а також K-з'єднання мережі. Зокрема, він розподіляє періоди бездіяльності для кабельних датчиків, не передаючи інформації. Метою запропонованої структури мережі є мінімізувати затримки в процесах збору даних бездротовою ретрансляційні вузли, щоб пом'якшити геометричні недоліки мережі, і використали алгоритми на основі оптимізації ретрансляції, щоб подолати проблему протягом усього життя. Але сьогодні дослідники зосередилися на гетерогенній архітектурі енергоспоживання. Нові архітектури мережі з гетерогенними пристроями та останній прогрес у цій технології усувають і все це дуже швидко змінюється [22].

### Рис. 2.1 – Типова WSN

#### 2.1.1 Сфера використання WSN

Бездротові сенсорні мережі різних областях застосування та мають потенціал змінити наше життя багатьма різними способами. Військове застосування: командування, управління, зв'язку, обчислювальної техніки, розвідки, спостереження на полі бою, розвідки та спостереження розгортаються в регіоні, де потрібно відстежувати певне явище. Коли датчики виявляють подію, що контролюється приймає відповідні дії. Транспорт: WSN збирає інформацію про дорожній рух у режимі реального часу, щоб згодом оптимізувати трафіком. Програми для охорони здоров'я: деякі програми охорони здоров'я для сенсорних мереж підтримують адміністрування ліків у лікарнях, дистанційний моніторинг фізіологічних даних людини, а також відстеження та моніторинг екологічні сенсорні мережі розвинулися для охоплення багатьох застосувань WSN для наукових досліджень Землі. Інші основні області: \* Моніторинг забруднення повітря. \* Виявлення лісових пожеж. \* Моніторинг теплиць. \* Виявлення для моніторингу руху всередині будівель та інфраструктури, таких як мости, естакади, набережні, тунелі тощо, щоб дорогого відвідування місця. Промисловий моніторинг: бездротові сенсорні мережі були розроблені для технічного моніторингу економії коштів і надають нові функції. У дротових системах установка достатньої кількості датчиків часто об

бездротової мережі звільняє фермера від обслуговування електропроводки в складних умовах. Автоматизація : Поширені топології використання WSN Структура бездротової сенсорної мережі включає різні топології для л застосовуються до бездротових сенсорних мереж. Мережа зірка – це топологія зв'язку, де одна базова станція Віддаленим вузлам заборонено надсилати повідомлення один одному. Перевага цього типу мережі для бездрот віддаленим вузлом. Це також дозволяє здійснювати зв'язок з малою затримкою між віддаленим вузлом і базовою повинна перебувати в діапазоні радіопередавання всіх окремих вузлів і не є настільки надійною, як інші мережі, чє передавати дані до одного вузла до іншого вузла мережі, що знаходиться в межах її діапазону радіопередачі. Ц надіслати повідомлення іншому вузлу, який знаходиться поза діапазоном радіозв'язку, він може використовувати пр топологія Ця топологія мережі має перевагу надлишковості та масштабованості. Якщо окремих вузлів виходить з л діапазоні, який, у свою чергу, може переслати повідомлення в потрібне місце. Крім того, діапазон мережі не обов'я додавши більше вузлів до системи. Недоліком такого типу мережі є те, що енергоспоживання вузлів, які реалізують що часто обмежує термін служби батареї. Крім того, у міру збільшення кількості стрибків зв'язку до пункту призн низька потужність роботи вузлів є вимогою. Сітчасто-зіркова топологія. Гібрид між мережею «зірка» та мережею цьому можливість мінімізувати споживання електроенергії бездротовими сенсорними вузлами. У цій топології повідомлення. Це дозволяє підтримувати мінімальне споживання електроенергії. Однак інші вузли в мережі мають л вузлів низької потужності до інших вузлів мережі. Як правило, вузли з можливістю кількох стрибків мають більшу п реалізована новим стандартом сітчастої мережі, відомим як ZigBee. Рис. 2.3 – Проміжна топологія 2.2 Організ компонентів, таких як сенсорний блок, процесор, блок приймача та блок живлення, який показаний на рис. 2.4. Він т місцезнаходження, генератор електроенергії та актуатор. Сенсорні блоки зазвичай складаються з двох субблоків датчиками, перетворюються в цифрові сигнали АЦП, а потім надходять на блок обробки. Рис. 2.4 – Компоненти се може керувати процедурами, які змушують вузол датчика співпрацювати з іншими вузлами для виконання призн компонентів сенсорного вузла є блок живлення. Блоки живлення можуть підтримуватися блоком поглинання Функціональна блок-схема універсального бездротового сенсорного вузла представлена на рис. 2.5 Модульний пі потреб широкого спектру застосувань. Наприклад, залежно від датчиків, які будуть розгорнуті, блок формування си спектр різних датчиків із бездротовим сенсорним вузлом. Аналогічно, радіоканалу можна замінити відповідно до і Рис. 2.5 – Функціональна блок-схема сенсорного вузла Використовуючи флеш-пам'ять, віддалені вузли отримук кількома входами до вузла. Крім того, вбудоване мікропрограмне забезпечення можна оновити через бездротову ме збором даних з датчиків; \* виконання функцій управління живленням; \* з'єднання даних датчика з фізичним бездротового сенсорного вузла є мінімізація енергії, споживаної системою. Зазвичай радіопідсистема вимагає і **необхідно**. Алгоритм має бути завантажений у вузол, щоб визначити, коли надсилати дані на основі відчутної події. забезпечення має бути сконструйовано так, щоб мікропроцесор міг розумно керувати живленням радіостанції інформацією 2.3.1 Архітектурна взаємодія вузлів у глобальній мережі Шаблон «запит – відповідь» (request – r передбачає наявність клієнта, або сторони, що викликає, який виконує запити до якоїсь служби, розташованої на і 2.6 – Шаблон «запит – відповідь» Цей шаблон використовує протокол HTTP. Він є основою сервісно-оріентое архітектура проекту передбачає наявність клієнтських і серверних частин або провідних і ведених сутностей [23] Application Protocol (CoAP) та Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP). Основний недолік д проявляється у топології інтернету. Двонаправлений обмін даними, коли обидва учасники запитують дані один Плануючи використовувати шаблон «запит – відповідь» у проекті, необхідно вирішити, які частини системи будуть шлюз – сервером, датчик сам вирішуватиме, коли йому передавати на сервер власні показання. Сервер ж, якщо йс зробити сервером, а шлюз – клієнтом, датчик можна буде опитувати будь-коли. Однак, тут є одна проблема: як такому рішенні задіяна надійна система безпеки, то, як наслідок, ускладниться спосіб взаємодії клієнта та сервер служби, датчики доведеться оснащувати потужнішим апаратним забезпеченням. Крім того, усім цим буде складні клієнту передплатити події заданого типу на сервері. Сервер сповіщає клієнта щоразу, коли відбувається цікава длр – Шаблон "підписка на події" Просунутий механізм підписки на події може включати вимоги, що залежать від використання підписки на події перед раніше розглянутим шаблоном «запит – відповідь» полягають у тому, ц повідомлень. Крім того, дані передаються клієнту при виникненні якоїсь події, а не за запитом, що знижує до мінімум дізнається. Протоколи, які підтримують цей шаблон, включають CoAP, XMPP і General Event Notification Archite Шаблон "асинхронний обмін повідомленнями". Асинхронний обмін повідомленнями (asynchronous messaging) знаходяться на одному ступені ієрархії. Цей шаблон має на увазі двонаправлений обмін повідомленнями. Рис. 2.8 - обмін повідомленнями, на його основі можна побудувати будь-які інші шаблони передачі даних. Серед протоколів Protocol (AMQP), і на рівні IP – User Datagram Protocol (UDP). Однак, у разі застосування UDP для реалізації л повідомлень». Додаткам, які виконують критично важливі функції, необхідно знати, що повідомлення було доставле

шаблону обміну даними ця вимога виконується. Повідомлення може загубитися в дорозі, але використання шаблону отримано підтвердження (або відповідь) від сторони, яка має отримати повідомлення. Тут треба враховувати, що м що повідомлення буде доставлено як мінімум один раз. Однак, те, що повідомлення буде доставлено одержувачу не наприклад, таким, що залучають концепцію транзакцій або виконують підрахунок повідомлень. Застосування шаблону повідомлення буде доставлене отримувачу точно один раз. Серед протоколів, що підтримують надійну доставку повідомлення Крім того, завдяки відкритим розширенням, подібний функціонал підтримують HTTP та XMPP. Шаблон «багатоадресна передача повідомлень двома об'єктами. Іноді, однак, потрібен ефективніший підхід, якщо одну й ту саму інформацію потрібно в один і той же час доставити подібний функціонал – це «багатоадресна передача повідомлень» (multicasting). В рамках цього шаблону відсутній брокер або маршрутизатор), після чого повідомлення пересилається кільком одержувачам, кожен з яких зареєстрований у системі. Завдяки використанню даного шаблону можна знизити навантаження на мережу, так як відсутній брокер очікує. Насправді, відправник навіть не повинен знати, хто саме отримає повідомлення. Цей шаблон може бути дуже корисним для розподілу тих самих даних між декількома одержувачами. Багатоадресну передачу повідомлень підтримують протоколи використання багатоадресної передачі повідомлень для реалізації інших схем зв'язку. Так, хоча цей шаблон і можна використовувати як до способу обходу обмежень у протоколі, а також – для реалізації на базі якогось протоколу шаблону «підписка на події», цей шаблон, щоб зменшити затримки в мережах, де потрібно, але неможливо, реалізувати шаблон «підписка на події», цей шаблон систему з багатоадресною передачею даних складніше захистити. Що стосується підвищення ефективності виконання операцій з даними, то ресурси можна заощадити лише в тому випадку, якщо одержувачі споживають більшу частину даних одержувачами – це привід розглянути інші шаблони взаємодії. Шаблон «видавець – передплатник». Шаблон «видавець доставки повідомлень. Принципова різниця між ними полягає в тому, що надіслані повідомлення зберігаються не тільки у зацікавленими у них передплатниками. Особливості реалізації шаблону залежать від протоколу, що використовується для доставки повідомлення зберігаються. Це може бути тільки найсвіжіше повідомлення, або кількість повідомлень, або всі повідомлення на ньому, оскільки це впливає на потрібну смугу пропускання мережі, і, як наслідок, на продуктивність рішення повідомлень ефективніша, як і у випадку з багатоадресною передачею даних. Якщо ж фактичне споживання даних відбувається за посилання повідомлення. Вони менше, ніж самі повідомлення, а передплатники, найімовірніше, використовують посилання. У такому випадку, для отримання повідомлення за посиланням, потрібно виконувати додаткові запити до «видавець – передплатник» підтримує такі протоколи, як MQTT, AMQP, XMPP. Шаблон "черга". Черги, а саме – черги використовують для відправлення деяких повідомлень або завдань для обробки в чергу, після чого один або кілька одержувачів отримують повідомлення. Шаблон "черга" Черга зазвичай знаходиться на проміжному вузлі або в мережі, до якої підключені всі учасники системи. Вони збирають завдання з різних джерел і розподіляють їх серед існуючих обробників, які, можливо, мають різну продуктивність. Вони передають дані, та системами, які ці дані отримують і обробляють. В результаті, залежно від реального робочого часу передавачів даних. Серед протоколів, про які ми вже говорили, лише AMQP має вбудовану підтримку черг за стандартизованими компонентами допоміжної мережевої інфраструктури IoT-проектів. Вони вирішують проблеми обміну даними між пристроями. Брокер дозволяє суттєво підключатися до нього, займаючись передачею повідомлень між пристроями. Тільки брокер має бути доступний з Інтернету. Не потрібно приймати або перенаправляти вхідні повідомлення до системи рівноправних систем, жорстко обмеженого подібною моделлю обміну повідомленнями. Крім керування повідомленнями, брокер може бути посередником при реалізації шаблону багатоадресного обміну повідомленнями, шаблонів «видання послуг автентифікації клієнтів. Це полегшує роботу в розподілених мережах, де автентифікація пристроїв може бути статус автентифікованих учасників системи, включених в обмін даними, інші учасники можуть використовувати послуги автентифікації власної схеми автентифікації на кожному учаснику обміну даними. Хоча обмін повідомленнями між пристроями подібні рішення мають передбачати автентифікацію клієнтів. Інакше серйозно постраждає безпека системи. Якщо ж знадобиться розробляти власні допоміжні служби, які дозволять рішення працювати надійно і безпечно. Протокол "федерація". "Федерація" (federation) – це важливий шаблон, в якому якась глобальна мережа розбивається на менші мережі, які забезпечують все необхідне для його природного зростання. Рис. 2.11 – Шаблон "федерація" Основна ідея тут – дозволяти мережній інфраструктурі, використовуючи підхід «розділяй та владарюй». При здійсненні зв'язку без брокерів, на рівні домену. Кожен домен вказує на власний набір IP-адрес, з ним пов'язаний власний веб-сервер. До системи можуть бути включені інші системи. Такий підхід – один із основних ключів до успіху Всесвітньої павутини. При використанні протоколів, що підтримують маршрутизацію повідомлень. Кожен брокер управляє автентифікацією у своєму домені і знає, як підключатися до інших доменів. Брокерами надають зручне вирішення проблеми глобальної ідентифікації учасників обміну даними. Найбільш широким застосуванням є протокол SMTP. Серед протоколів, про які ми говоримо у цьому матеріалі, що вміють працювати з брокерами, є протокол XMPP. Нехай, ми маємо якийсь виготовлений на заводі пристрій, який планується використовувати в IoT-системі. Якщо його ми відразу зіткнемося з деякими складнощами, пов'язаними з інтеграцією пристроїв у систему. Полягають вони в тому, що пристрій (наприклад, зразок MAC-адреси), але нічого не знають ні про те, як вони будуть «видні» в мережі, до якої їх планує

взаємодіяти. Після встановлення та налаштування (що більше автоматизоване налаштування – тим краще), «і підключитися до головного пристрою. У свою чергу, головному пристрою відома власна мережна адреса, а також з наклейки на коробках), але не мережеві дані інших пристроїв. Шаблон обміну повідомленнями "виявлення" (disc мережевих ідентифікаційних даних підпорядкованих пристроїв з мережними даними головного вузла. Робити підпорядкованих пристроїв. Рис. 2.12 – Шаблон "виявлення" Даний шаблон реалізується з використанням "реєстр пристрою. Клієнти реєструються в реєстрі, а головний пристрій звертається до них через реєстр, використовуючи г кожного з учасників обміну даними надсилаються іншому, і обидва, таким чином, знають, як взаємодіяти один з од

Протокол Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) використовується протягом багатьох років, але зараз пристрої впроваджують розподілені мережі та граничні обчислення (edge computing), а пристрої з постійною і відкриті та доступні протоколи з часом стануть ще важливішими. У цій статті наводиться концептуальне занурення майбутньому. MQTT – це протокол обміну повідомленнями за шаблоном видавець-підписник (pub/sub). Початком Вони розглядали MQTT як спосіб підтримки зв'язку між машинами в мережах з обмеженою пропускну здатністю забезпечення контакту фрагментів нафтопроводу один з одним та з центральними ланками через супутники. З ідеальний для пристроїв слабкої потужності та з обмеженим часом автономної роботи. До них зараз відносяться і Таким чином, MQTT став протоколом потокової передачі даних між пристроями з обмеженою потужністю CPU і/а здатністю, непередбачуваною стабільністю або високою затримкою. Саме тому MQTT відомий як ідеальний транспорт роботи з Bluetooth, UDP, ZigBee та інших мережах IoT, відмінних від TCP/IP. MQTT – не єдиний у своєму роді про поширення в різних середовищах, які залежать від міжмашинного зв'язку. Серед його однолітків – Web Application Message Queueing Protocol. MQTT – логічний вибір для розробників, які хочуть створювати програми з надійною програмами, включаючи браузер, смартфони та пристрої IoT. Система зв'язку, побудована на MQTT, складається вимагає жодних налаштувань за кількістю або розташуванням передплатників, які отримують повідомлення. Крім може бути кілька брокерів, які розповсюджують повідомлення. MQTT надає спосіб створення ієрархії каналів зв'язку серед клієнтів, повідомлення супроводжується приміткою контролю доставки. Клієнти вищого рівня можуть отримувати повідомлення, що стосуються лише одного або двох базових каналів, що «відгалужуються» у нижній частині ієрархії

Схема клієнт-серверної взаємодії Приклад того, як можна налаштувати клієнт для підключення через брокер MQTT

```
'SECOND_HALF_OF_API_KEY', port: 8883 }; var client = mqtt.connect('mqtts:mqtt.ably.io', options); Будь-які дані оскільки MQTT є бінарним протоколом. Це означає, що для отримання вихідного вмісту необхідно інтерпретувати
```

```
Ably.Realtime('REPLACE_WITH_YOUR_API_KEY'); var decoder = new TextDecoder(); var channel = ably.channel('channel-name'); channel.subscribe(function(message) { console.log(message.data); });
```

Брокери MQTT іноді можуть накопичувати повідомлення, пов'язані з каналом, якщо клієнт не підключився до каналу, або збережені, залежно від інструкцій в повідомленні. Це корисно в тих випадках, коли новим абонентам

Примітно, що MQTT передає облікові дані безпеки відкритим текстом, інакше підтримується автентифікація або функція від перехоплення або іншої подробиці. Крім того, у MQTT можна використовувати автентифікацію Ably на токенах, як і MQTT без SSL токени обов'язкові, щоб запобігти передачі ключів API відкритим текстом). MQTT має клієнт-сервер називається брокером. У звичайних умовах клієнти можуть спілкуватися безпосередньо друг з одним, і весь обмін даними (Publisher) й у ролі одержувачів даних (Subscriber). У російському перекладі ці терміни часто перекладають як лише оригінальну термінологію. Для ідентифікації сутностей у MQTT застосовуються топики, у перекладі їх ще називають структура, схожа на файловою системою в UNIX. Це зручний механізм, що дозволяє називати сутності у людину home/kitchen/temperature # Датчик температури у спальні home/sleeping-room/temperature # Датчик осв

передаються, та зручно розробляти та налагоджувати код, без необхідності запам'ятовувати цифрову адресу рс синтаксис, добре знайомий тим, хто працював із файловою системою UNIX. Wildcard може бути однорівневим та отримати дані з температурних датчиків у всіх приміщеннях у будинку, передплатнику потрібно передплатити такі такі датчиків: home/kitchen/temperature home/sleeping-room/temperature home/living-room/temperature home/bedroom/temperature "#". Приклад отримання даних з усіх датчиків у всіх кімнатах у будинку: home/# Підписка на такий канал: home/kitchen/humidity home/kitchen/light home/sleeping-room/temperature home/sleeping-room/humidity

автентифікацію клієнтів, на відміну від протоколу Modbus, який не має такої функції. Для контролю доступу використовувати Має бути унікальним для кожного клієнта. Поточна версія стандарту MQTT 3.1.1 дозволяє використовувати порог (опціональне поле) логін для автентифікації у форматі UTF-8. Може бути не унікальним. Наприклад, група клієнтів може надсилатися лише разом із полем Username, причому Username може передаватися без поля Password. вигляді, тому якщо дані передаються по публічних мережах, необхідно використовувати SSL для шифрування підписаних повідомлень клієнтами, незалежно від того, чи вони є одержувачами (Subscriber) або постачальниками (Publisher) даних. Р

Wireshark [25]. Рис 2.14 – Пакет з опцією MQTT, переданий нешифрованим каналом У TCP заголовку видно, що доступні всі дані, зокрема логін і пароль. Тип повідомлення – Connect (команда 0x0001), встановлення з'єднання з



Існують також команди підтвердження отримання, keep alive, і т.д. Прапор DUP означає, що повідомлення перед UNSUBSCRIBE, PUBREL, для випадків, коли брокер не отримав підтвердження отримання попереднього повідомлення – дані, опубліковані з прапором retain, зберігаються на брокері. При наступній підписці на цей топік, брокер одразу типом Publish.

### 2.3.3 Огляд протоколу Modbus

Протокол Modbus – найпоширеніший промисловий протокол для промислового обладнання [26]. Завдяки універсальності та відкритості стандарт дозволяє інтегрувати обладнання управління реле та контролерами, моніторингу, і т.д. Modbus був представлений 1979 року компанією Modicon (№ 232. Пізніше з'явилася продаж протоколу для інтерфейсів RS-485 і Modbus TCP. Протокол швидко набрав популярності, на протокол були передані некомерційній організації Modbus Organization, яка досі має стандарт. В описі стандарту Приміром, деякі регістри називаються котушками (англ. coil). Рис. 2.15 – Апаратна взаємодія протоколу Modbus промисловості. Інтерфейси RS-422/485 забезпечують дальність сигналу до 1200 метрів. Використовуються протокол ethernet-інтерфейси. Використовується протокол Modbus TCP. Дані кодуються символами з трійкою позначається символом двокрапки, а кінець – символами повернення каретки та перенесення рядка. Це дозволяє точними таймерами. Modbus RTU. У протоколі Modbus RTU дані кодуються у двійковий формат, і роздільники працювати, наприклад, на модемних лініях. При цьому, накладні витрати на передачу даних менше, ніж Modbus RTU, дані також кодуються в двійковий формат, і упаковуються в стандартний TCP-пакет, передачі по IP-оскільки TCP вже має власний механізм контролю цілісності. Всі пристрої Modbus взаємодіють, слідуючи моделі п'яти відповідати на запити, і можуть самостійно починати передачу даних. Залежно від реалізації протоколу заголовки Data Unit) – пакет Modbus повністю, з усіма заголовками, PDU, контрольною сумою, адресою та маркерами. В частині пакету, однакова всім реалізацій протоколу. Містить сам платіж. Адреса пристрою – адреса одержувача пристроїв. Тільки slave-пристрої мають адреси, що відрізняються, master-пристрої не має адреси. Адреса «0» вони можуть відповідати на ці ширококомовні пакети. Контрольна сума – алгоритми перевірки цілісності пакетів. У Modbus застосовується алгоритм CRC16, Modbus ASCII – більш простий і менш надійний LRC8. Modbus TCP контрольна вигляді структура запитів Modbus складається з коду функції (читання/запис), і даних, які потрібно рахувати або зчитувати, бувають регістри, та функції для роботи з ними. Discrete Inputs – дискретні входи пристрою, доступні лише для читання, Coils – дискретні виходи пристрою або внутрішні значення. Доступні для читання та запису. Діапазон адрес одного регістру, "15" – запис групи регістрів Input Registers – 16-бітові входи пристрою. Доступні лише для читання, Holding Registers – 16-бітні виходи пристрою, або внутрішні значення. Доступні для читання та запису. Діапазон адрес бути внутрішніми змінними, зберігати лічильники, прапори, або бути керуючими тригерами. Існують також інші діапазони, ми розглянемо чотири основних типи регістрів. У різних пристроях можуть бути задіяні різні діапазони регістрів, або було розроблено на вирішення завдання взаємодії пристроїв з обмеженими ресурсами. Майже всі кінцеві пристрої виконують основну роботу. Концепція CoAP значно відрізняється від MQTT і орієнтована на взаємодію точки-точки (клієнт-сервер). GET, DELETE, зміст яких зрозумілий з назви та аналогічний HTTP. З цієї точки зору можна сказати "зі спрощенням відзначити легку і просту інтеграцію CoAP с HTTP. Звичайний користувач через браузер може інтегрувати систему у в деяких випадках навіть не здогадуватися про це. З цього погляду протокол відповідає вимогам RESTfull [27]. Розуміння CoAP є практично повна відсутність графічних інструментів для роботи з ним. Існує досить багато програм, представляють рішення у вигляді бібліотек, що відповідають стандарту RFC 7252. Серед інструментів варто відзначити WebExtension, він перестав працювати. Як альтернатива можна назвати Cu4Cr (CorrectChrome) призначений, який і очевидна, як була раніше для Firefox. Необхідно виконати дії згідно з інструкцією. Після цього можна буде взаємодіяти клієнт/сервер HTTP. Однак, як правило, виникають міжмашинні взаємодії у реалізації CoAP, що виконує роль як клієнт до запитати дію (за допомогою коду методу) на ресурсі (ідентифікований за URI) на сервері. Потім сервер надсилає відповідь, відміну від HTTP, CoAP має справу з цими обмінами асинхронно через TCP транспорт, орієнтований на дейтаграми, та додаткову надійність. CoAP визначає чотири типи повідомлень: Підтверджується, Не підтверджується, Підтверджено, змушують їх переносити запити чи відповіді. Основні обміни чотирьох типів повідомлення дещо ортогональні до непідтверджуваних повідомлення, і в них також можна переносити відповіді як контрейнерний у повідомленнях підтвердженого підходу, рівень обміну повідомленнями CoAP використовується для роботи з UDP та асинхронним характером вимог (рис. 2.16). Однак CoAP є єдиним протоколом, з обміном повідомленнями та запитом/відповіддю як лише функцією Розширений протокол черги повідомлень (Advanced Message Queuing Protocol – AMQP) – це відкритий стандарт орієнтований на повідомлення. Визначальними характеристиками AMQP є орієнтація повідомлень, черга, маршрут [29]. AMQP визначає поведінку постачальника повідомлень і клієнта в тій мірі, в якій реалізації різних постачальників системи. Попередні стандартизації проміжного програмного забезпечення відбувалися на рівні API (наприклад, JMS проміжного програмного забезпечення, а не на забезпеченні взаємодії між кількома реалізаціями. На відміну від повідомленнями, AMQP є протоколом на рівні провідів. Протокол рівня провідів – це опис формату даних, які на

створювати та інтерпретувати повідомлення, які відповідають цьому формату даних, може взаємодіяти з будь-яким протоколом прикладного рівня, розроблений для ефективної підтримки широкого спектру програм обміну повідомленнями на повідомлення, з гарантіями доставки повідомлень, наприклад, щонайменше один раз (коли кожне повідомлення обов'язково буде доставлено, але може робити це кілька разів) і точно один раз (де повідомлення обов'язково при Він передбачає наявність базового надійного протоколу транспортного рівня, такого як протокол керування передачею симетричний, асинхронний протокол для передачі повідомлень від одного процесу до іншого, (iii) стандартний, ро «можливостей обміну повідомленнями». AMQP визначає схему кодування, що самоописує, що дозволяє сумісно і додавати до введених даних додаткове значення [17], наприклад, певне значення рядка може бути анотовано, щоб ключ-значення для "ім'я", "адреса" тощо, може бути анотовано як подання типу "клієнт". Система типів використовує стандартні та розширені метадані об'єктами обробки. Він також використовується для визначення комунікаційних кадрів AMQP. Основною одиницею даних в AMQP є кадр. Визначено дев'ять тіл кадру AMQP, які використовуються, Це: \* відкрити (з'єднання); \* розпочати (сесію); \* прикріпити (посилання); \* передача; \* потік; \* диспозиція; \* ві, лежить в основі AMQP. Тіло прикріпленого кадру надсилається, щоб ініціювати нове посилання; від'єднати, щоб роз повідомлень. Повідомлення надсилаються за встановленим посиланням за допомогою кадру передачі. Повідомлення кредитної схеми контролю потоків, яка керується за допомогою кадрів потоків. Це дозволяє процесу захистити себе дозволити посиланням для підписки отримувати повідомлення за бажанням. Кожне передане повідомлення в кінці узгоджують стан переказу, забезпечуючи гарантії надійності. Зміни в стані та розрахунках за переказ (або набір гарантії надійності можуть бути застосовані таким чином: якнайбільше один раз, принаймні один раз і точно один двонаправлена послідовна розмова між двома одноранговими користувачами, яка починається початковим кадром може мати кілька сеансів, мультиплексованих через нього, кожен з яких логічно незалежний. З'єднання ініцію відправника, і завершується закритим фреймом. AMQP визначає як оголене повідомлення ту частину повідомлення повідомлення передається між одним або кількома процесами. Забезпечення незмінності повідомлення, надісланого гарантує, що будь-які перевірки цілісності (наприклад, хеші або дайджести) залишаються дійсними. Повідомлення зберігаються окремо від незмінного відкритого повідомлення. Анотації можуть бути додані до або після голого повідомлення, можна запитати або вказати для повідомлення, і включає час життя, довговічність, пріоритет. Саме відкрите повідомлення, ідентифікатор користувача, час створення, відповідь, тема, ідентифікатор кореляції, ідентифікатор властивості) і тіло, яке AMQP називає даними програми. Властивості вказуються в системі типів AMQP, як і анотації програма. Одним з варіантів є використання системи типу AMQP для надсилання структурованих даних, що мікроконтролеру вузлу сенсорної мережі У першу чергу необхідно визначитись з мікроконтролером, що буде забезпечувати функціональну можливість чипів. У наш час існує багато лінійок мікроконтролерів різної розрядності, характеристик одним сенсором та радіообміном) доцільним є розглянути мікроконтролер ATtiny85, що вартує приблизно Високопродуктивний 8-розрядний мікроконтролер AVR® малої потужності • Розширена архітектура RISC: – 120 загального призначення 32 x 8. – Повністю статична робота. • Енергонезалежна пам'ять програм і даних: – 8 Кбайт запису/стирання: – 512 байт внутрішньосистемна програмувана EEPROM. • Витривалість: 100 000 циклів за самопрограмованої флеш-програми та безпеки даних EEPROM. • Периферійні функції: – 8-бітний таймер/лічильник високошвидкісний таймер/лічильник. • 2 високошвидкісних ШІМ виходи з окремими регістрами порівняння виходу послідовний інтерфейс з детектором умов запуску. – 10-розрядний АЦП. • 4 односторонні канали: • 2 пари датчиків температури: – Програмуваний сторожовий таймер з окремим вбудованим осцилятором. – Вбудований аналізатор налагодження debugWIRE. – Внутрішньосистемне програмування через порт SPI. – Зовнішні та внутрішні джерела шуму АЦП та режими вимкнення живлення. – Покращена схема скидання увімкнення живлення. – Програмування Шість програмуваних ліній вводу/виводу. – 8-контактний PDIP, 8-контактний SOIC, 20-контактний QFN/MLF і 8-контактний V/85 В. – 2,7 – 5,5 В для ATtiny25/45/85. • Оцінка швидкості: – ATtiny25V/45V/85V: 0 – 4 МГц при 1,8 – 5,5 В, 0 – 4,5 – 5,5 В. • Промисловий температурний діапазон. • Низьке споживання електроенергії. – Активний режим: • 1 мА в корпусах двох типів – 8pin DIP та SOC SMD (20 pin): Рис. 2.17 – Розпіновка контактів мікроконтролера ATtiny85 вдосконаленої архітектури RISC AVR. Виконуючи потужні інструкції за один тактовий цикл, ATtiny25/45/85 досягає системи оптимізувати споживання енергії порівняно зі швидкістю обробки. Ядро AVR поєднує в собі багатий і безпосередньо підключені до арифметичного логічного блоку (ALU), що дозволяє отримати доступ до двох незалежних архітектура є більш ефективною для коду, досягаючи пропускну здатності в десять разів швидше, ніж звичайні програмуваного Flash, 512 байт EEPROM, 512 байт SRAM, 6 ліній вводу-виводу загального призначення, 32 робочих порівняння, один 8-розрядний високошвидкісний таймер/лічильник, універсальний послідовний інтерфейс, внутрішній сторожовий таймер з внутрішнім осцилятором і три програмно вибраних режими енергозбереження. Режим компаратору та системі переривань продовжувати функціонувати. Режим вимкнення зберігає вміст реєстру, відкриті

Режим шумозаглушення АЦП зупиняє ЦП і всі модулі вводу/виводу, крім АЦП, щоб мінімізувати шум перемикачів. Пристрій виготовлено з використанням технології енергонезалежної пам'яті Atmel високої щільності. Вбудований інтерфейс SPI, за допомогою звичайного програматора енергонезалежної пам'яті або за допомогою коду завантаженого набором інструментів для розробки програм і системи, включаючи: компілятори C, асемблери макросів, налагоджу організовувати через WiFi, то доцільним буде використання мікроконтролера ESP8266, який коштує 2\$, та має вб забезпеченням для роботи в мережі TCP/IP та можливістю мікроконтролера, вироблений Espressif Systems у Ша року за допомогою модуля ESP-01, виготовленого стороннім виробником Ai-Thinker. Цей невеликий модуль дозв з'єднання за допомогою команд у стилі Хейса. Однак спочатку англомовної документації щодо чіпа та команд, які ві зовнішніх компонентів, що свідчило про те, що він в кінцевому підсумку може бути дуже недорогим за обсягом, пр ньому, а також щоб перекласти китайську документацію.[31] Загальні характеристики мікроконтролеру: Процесор: 106Місго, що працює на частоті 80 МГц. Пам'ять: Оперативна пам'ять з інструкціями 32 КБ. 32 Кбайт кеш-пам' системних даних 16 КБ ETS. Зовнішній флеш-пам'ять QSPI: підтримується до 16 МБ (як правило, від 512 КБ до 4 МБ контактів GPIO. Шина послідовного периферійного інтерфейсу (SPI). I<sup>2</sup>C (програмна реалізація). I<sup>2</sup>S інтерфейси з D передачі можна ввімкнути на GPIO2. 10-розрядний АЦП (АЦП послідовного наближення) [32]. Окрім самого мікро виділити NodeMCU ESP8266. NodeMCU — це прошивка та плата для розробки на базі Lua з відкритим вихід мікропрограму, яка працює на ESP8266 Wi-Fi SoC від Espressif Systems, і апаратне забезпечення, яке базується на I2E, що містить чіп ESP8266 з 32-розрядним мікропроцесором Tensilica Xtensa LX106 RISC. Цей мікропроцесор оперативної пам'яті та 4 МБ флеш-пам'яті для зберігання даних і програм. Його висока обробна потужність із е проектів IoT [33]. NodeMCU можна живити за допомогою роз'єму Micro USB і контакту VIN (зовнішнього живле розширення Рис. 2.20 – Виведення контактів плати розширення Плату розширення NodeMCU можна легко Програмування NodeMCU за допомогою Arduino IDE навряд чи займе 5-10 хвилин. Все, що вам потрібно, це Arg тиску и вологості повітря (BME280). Модуль датчика BME280 (рис 2.21) (температура, вологість, тиск) – нове по тиску, а й температуру і вологість. Датчик характеризується високою точністю вимірювання, високою швидкодією Рисунок 2.21 – Датчик вимірювання тиску і вологості BME280 Характеристики: \* Інтерфейси підключення: I2C; \* Мак -40 до 85 градусів; \* Точність вимірювання температури: від 0.5 до 1 градуса; \* Межі вимірювання вологості: від 0 1100 гПа; \* Точність вимірювання тиску: 1гПа; \* Напруга живлення: від 1.8 до 5 В; \* Струм в режимі вимірювання тиску режимі вимірювання температури: 350 мкА; \* Струм в режимі сну: від 0.1 мкА до 0.5 мкА; \* Розміри модуля: 15 температури (DS18B20). DS18B20 це цифровий вимірювач температури, з дозволом перетворення 9 – 12 розряд контролю можуть бути задані користувачем і збережені в енергонезалежній пам'яті датчика. Рисунок 2.23 – Датчик т однодротової лінії зв'язку, використовуючи протокол інтерфейсу 1-Wire. Живлення датчик може отримувати без живлення датчика походить від енергії, запасеної на паразитної ємності. Діапазон вимірювання температури станов кожної мікросхеми DS18B20 є унікальний серійний код довжиною 64 розряду, який дозволяє декільком датчикам можна обмінюватися даними з декількома датчиками, розподіленими на значній відстані. Режим вкрай зручний для вузлах устаткування [35]. Рисунок 2.24 – Підключення DS18B20 до ESP8266 Датчик DHT-11 та DHT-22. Датчик каліброваним цифровим вихідним сигналом. Використовуючи ексклюзивну техніку отримання цифрового сигналу чудову довгострокову стабільність. Цей датчик включає в себе компонент вимірювання вологості резистивнк високопродуктивного 8-розрядного мікроконтролера, забезпечуючи чудову якість, швидку реакцію, захист від пере характеристики DHT11 Робоча напруга: від 3,5 до 5,5 В Робочий струм: 0,3 мА (вимірювання) 60 мкА (режим о вологості: від 20% до 90% Роздільна здатність: температура та вологість 16-бітні Точність: ±1°C і ±1% Рис. 2. 26 цифрового сигналу та технологію визначення вологості та може видавати калібрований цифровий сигнал. Невег AM2303 бути придатним для всіх видів жорстких застосувань [37]. Напруга живлення має бути від 3,3 В до 6 В інструкцій протягом однієї секунди, щоб передати нестабільний статус. Для фільтрації хвиль між VDD і GND можн Характеристики DHT22: джерело живлення: 3,3 В – 6 В постійного струму; вихідний сигнал: одношинний; Чутли вологість 0-100% RH / температура -40°C – 125°C; точність: вологість ±2% / температура ±0,2°C; період сприйня відноситься до напівпровідникових приладів. (Рис 2.7) Принцип роботи датчика заснований на зміні опору тонкс Рисунок 2.27 – Датчик газу MQ-2 Чутливий елемент датчика складається з керамічної трубки з покриттям Al2O нагрівальний елемент, який нагріває чутливий шар до температури, при якій він починає реагувати на визначений шарі [38]. Діапазон вимірювань: \* Пропан: 200-5000 ppm; \* Бутан: 300-5000 ppm; \* Метан: 500-20000 ppm Напруга живлення датчика: 3,3-5 В; \* Струм: 150 мА; \* Габарити: 25,4 × 25, 4 мм. Рисунок 2.28 – Підключення багатьох випадках електронні пристрої необхідно підключати бездротовим способом. У таких випадках викори радіохвилі, які можуть проходити різні відстані і досягати приймача відповідно до їх частоти та амплітуди [39]. Мод можуть працювати на частотах 433 МГц і 315 МГц. Цей модуль випускається в двох різних типах: 315 МГц і 43:



популярні серед майстрів. Частота 433 МГц використовується в широкому спектрі програм, які потребують мікроконтролером (MCU). Технічні характеристики Приймач RF 433MHz – Частотний діапазон: 433 МГц – Модуль Частотний діапазон: 433 МГц – Вхідна напруга: 3-12В.

#### 2.4.4 Вибір одноплатного комп'ютера

Для розгортання брокера з першої версії Raspberry Pi Model B 512 МБ RAM. Даний вибір продиктовано буквально тем, що було під рукою. З плати і, крім вибору оптимальних апаратних рішень, також слід розробити питання: надійність корпусу, якість блоку щоб остаточно розв'язати міф про труднощі старту проекту на базі відкритих апаратних рішень та операційної платформи стали виключно дружніми з точки зору програмного інтерфейсу і при цьому добре документовані [40]. Комп'ютер розміром із кредитну картку, заснований на системі на чіпі (SoC) BCM2835, який включає процесор ARM включаючи Debian, Fedora та Arch Linux. Цей елемент — Raspberry Pi Model B, версія 2.0. Raspberry Pi був експериментів і навчання комп'ютерного програмування. Raspberry Pi можна використовувати для багатьох речей, відео високої чіткості, ігри та програмування. USB-пристрої, такі як клавіатури та миші, можна підключати через два порти Raspberry Pi також працює як програмований контролер у широкому спектрі робототехнічних та електроінструментів. Raspberry Pi доступні в Інтернеті. Особливості: 512 МБ оперативної пам'яті; порт Ethernet; Два USB порти; Два виводи GPIO з 0,1-дюймовими штифтами, які сумісні з нашими штекерними роз'ємами 2×13 і роз'ємами наших провідників проектування та розробки Proteus Design Suite — це власний набір програмних засобів, що використовується і використовується в основному інженерами та техніками електронного дизайну для створення схем та електронних моделей для Windows для створення схеми, моделювання та розробки макета друкованої плати (друкована плата). Його виготовляються, і вимог до моделювання мікроконтролера. Усі продукти PCB Design включають автоматизовані програми Схематичний знімок. Збір схеми в Proteus Design Suite використовується як для моделювання проекту основним компонентом і входить до всіх конфігурацій продукту. Симуляція мікроконтролера. Симуляція мікроконтролера налагодження до частини мікроконтролера на схемі. Потім він моделюється разом з будь-якою аналоговою та цифровою частиною в широкому спектрі прототипів проектів у таких областях, як керування двигуном, контроль температури та дизайну для любителів і, оскільки не потрібно обладнання, його зручно використовувати як навчальний або навчальний інструмент. Technologies PIC10, PIC12, PIC16, PIC18, PIC24, dsPIC33. Мікроконтролери Atmel AVR (і Arduino), 8051 і ARM. Мікроконтролери Texas Instruments MSP430, PICCOLO DSP і ARM Cortex-M3. Parallax Basic Stamp, мікроконтролери інженерам-технікам проектувати, моделювати, ділитися — публічно та приватно — та обговорювати схеми, моделювати файлів Gerber, а також файли вибору й розміщення та документальних виходів у форматах PDF, PNG та SVG [42]. Змішаних аналогових і цифрових схем, а також створення та редагування макетів друкованих плат і, за бажанням, і пропонується для загальнодоступних та обмеженої кількості приватних проектів. Кількість приватних проектів може бути друкованих плат та/або сплачуючи щомісячну передплату. Зареєстровані користувачі можуть безкоштовно завантажувати виготовлення друкованих плат. Ця служба також може приймати введення файлів Gerber від сторонніх інструментів моделювання схеми SPICE на основі Ngspice та компоновки друкованої плати. Підтримується імпортування списків мереж SPICE. Списки мереж SPICE можна експортувати до інструментів моделювання сторонніх розробників FreePCB. Можливість імпортування схем і символів LTspice забезпечує корисний спосіб перенесення схем на компоненти Gerber із готовою конструкцією друкованої плати були завантажені та перевірені — за допомогою стороннього засобу певну плату, він може подати Gerbers безпосередньо в EasyEDA для виробництва. Крім того, виведення зображення домашнього травлення друкованих плат. Інструмент також включає в себе функції спільного доступу та спільної роботи. Вибір мови та середовища програмування Arduino розробляє, виробляє та підтримує електронні пристрої та програмне забезпечення передових технологій, які взаємодіють із фізичним світом. Наші продукти прості, прості та потужні, готові задовольнити потреби [43].

#### Arduino IDE 1.8.19. Програмне забезпечення Arduino (IDE) з відкритим кодом дозволяє легко писати код і завантажувати його на плату Arduino.

Рис. 2.33 – Інтерфейс програми Програма IDE підходить для різних операційних систем, так означає інтегроване середовище розробки. Програму або код, написану в Arduino IDE, часто називають скетчем написаний у програмному забезпеченні Arduino IDE. Скетч зберігається з розширенням ".ino".

#### 2.5.3 Вибір MQTT з відкритим вихідним кодом (ліцензований EPL/EDL), який реалізує протокол MQTT версії 5.0, 3.1.1 та 3.1.

Mosquitto і комп'ютерів до повноцінних серверів [44].

Рис. 2.34 – Інтерфейс програми Протокол MQTT забезпечує легкий механізм придатним для обміну повідомленнями в Інтернеті речей, наприклад із датчиками низької потужності або мобільними пристроями. Mosquitto також надає бібліотеку C для реалізації клієнтів MQTT, а також дуже популярні клієнти командного рядка це проект [iot.eclipse.org](http://iot.eclipse.org) і спонсорується [cedalo.com](http://cedalo.com). У якості хмарних рішень можна використовувати EMQX MQTT повністю відкритим кодом для інтернет-речей, міжмашинної взаємодії та мобільних додатків, який підтримує мікроконтролери підтримує протокол MQTT версії 5.0, і зворотно сумісний з версіями 3.1 і 3.1.1, а також протоколами MQTT-SN, CoAP, до більш ніж 10 мільйонів одночасних MQTT, об'єднаних в одному кластері.

Рис. 2.35 – Блок схема взаємодії між організацією бездротових сенсорних мереж та доведена можливість їхньої інтеграції до структури локальних та глобальних мереж.



використані при формуванні бездротової сенсорної мережі та обрано протокол MQTT. Здійснено підбір апаратних брокери локального та глобального користування. РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНО НЕОБХІДНО визначитись з моделлю мережі та вузлів з яких вона складається. Основним фактором впливу на п функціоналу. Щоб систематизувати підхід до побудови таких систем можна розглянути різні випадки організації та вузлів WSN. Першою конструкцією є автономні енергоефективні вузли на базі мікроконтролера, зображені на рисунк 1-3 різних датчиків (температури, вологості, тиску, концентрації газів тощо), енергоефективного та недорогого мікр Основне призначення вузлів даного типу автономне та енергоефективне зчитування еко-показників та транс приміщеннях та на вулиці. Область встановлення лімітується потужністю радіочастотного передавача. У пункті 3.2 вузлу (тип Б) є більш потужною системою, яка може містити цілий комплекс датчиків та сенсорів, систему радіопр (для обміном інформацією між вузлами цього ж рівня або до серверу) (рис. 3.2). Пропонується використання білі Схема сенсорного вузла тип Б Даний тип вузла має більш розширений функціонал та складнішу конструкцію. Він м дані можуть надаватись через бездротову мережу WiFi 802.11 b/g/n. Третім типом вузла (ТИП В - серверний) інформації еко-параметрів, надання оброблених результатів користувачам, або іншим програмам – «підписникам: вихід до мереж наступного рівня. Наступним кроком є варіанти організації локальної бездротової сенсорної мережі Рис. 3.3 – Організація мережі Дана мережа складається з декількох вузлів типу А, що за допомогою радіочастот сервера що отримує дані та оброблює їх. Потім Вузол Б має можливість надати результати обробки даних всер інформацію до хмарних брокерів. Система є найбільш простою реалізацією, та може бути корисна невеликим структурованою та зображена на рисунку 3.4. Рис. 3.4 – Організація мережі На відміну від попередньої схеми ми ма обміном інформацією, або надавати її до вузлу типу В, де можна встановити локальний MQTT брокер та надава проектуванні на великих підприємствах, організаціях тощо. 3.2 Розробка вузла сенсорної мережі на базі ATtiny1 сенсорів та датчиків, які будуть з'єднуватись з вузлом модуля ESP8266 за допомогою радіочастотного приймача/пе енергоефективність та простоту використання. У якості прикладу сенсором буде датчик температури/вологості DH 433 МГц. Для індикації роботи приладу додаємо світлодіод з резистором на 220 Ом. Також між піном передачі да Живлення необхідно брати 4-6В (підходить послідовно з'єднати три пальчикові батарейки). Принципова електрич схеми додаємо кнопку перевантаження роботи мікроконтролера та перемикач включення/виключення прила, інформаційний пін підключення. За допомогою середовища проектування EasyEDA у режимі автоконфігурації ( розмірами 50x50мм з чотирьма отворами для кріплення. Вона має два шари та зручне розташування елемент живлення відведено позицію В1 куди рекомендовано впаяти тримач двох батарейок CR2032. Програмуван енергоефективності приладу – для цього будемо використовувати бібліотеки роботи з живленням: #include #incl DHT; Було створено блок констант. Тут можна налаштувати сигнал і властивості передачі. // НАЛАШТУВАННЯ встановити біт каналу (0=CH1,1=CH2,2=CH3, ) #define REP 7 // сигнал повторюється (за замовчуванням=7x) # ідентифікатор під час запуску] Некалібровані показання VCC дуже неточні, тому це рекомендується робити. Вимі рядок у кодї з цим значенням. #define VCC1 424 // Значення калібрування батареї Для роботи пристрою було сте Пояснення void ledBlink(byte n) Проста функція для блимкатіння світлодіоду. Параметр – кількість повторів. void коригуючого сигналу. void sendMessage(byte repeats) Передача 36-бітного повідомлення. Параметр – кількі переходу у режим сну. void setup\_watchdog() налаштувати таймер на запуск переривання, що пробуджує attir void updateMessage(byte mode) Оновлює дані з сенсору для відправки повідомлення void convertBit(int de void updateDHT() Оновлює дані з датчику до масиву int readVcc() Вимірює напругу живлення void checkBat живлення Стартова функція налаштування містить у собі вибір режиму роботи контактів: pinMode(2, OUTPUT); / SENSOR та налаштування системи енергоефективності та радіочастотної передачі: calibration(); initMessage(); loop перевіряємо на необхідність виходу зі сну. У разі необхідності оновлюємо інформацію зі сенсору та відпра сповіщення даних до приймача за радіочастотною передачею. 3.3 Розробка вузла сенсорної мережі на базі ESP8: категорії Б, де передбачено організацію . У якості центрального вузла було обрано мікроконтролер ESP8266 чере сенсори MQ-2, BME280, DHT-22 та DS18B20. Також під'єднаємо радіоприймач HC-12. До схеми треба додати пі розподіляти за допомогою розводки модуля NodeMCU. Принципова електрична схема зображена на рисунку 3 принципом: A0 – MQ-2 (A0); D1 – BME280 (SCL); D2 – BME280 (SDA); D3 – DHT22 (Data); D4 – DS18B20 (D0); D режимі автоконфігурації отримаємо друковану плату (рис. 3.8). Рис. 3.8 – Друкована плата приладу Програмування – для роботи з WiFi; #include – для використання протоколу HTTP; #include – для роботи з датчиком DS18B20 роботи з BME280; #include – для роботи сенсорів датчику; #include – для використання протоколу MQTT; #inclu плату Arduino з бібліотеками WiFi або Ethernet; #include – для роботи з радіочастотним приймачем. Наступ Adafruit\_BME280 bme; HTU21D myHumidity; DallasTemperature sensors(&oneWire); WiFiClient wifiClient; Пул таблиці 3.1. Таблиця 3.2 – Функції для роботи приладу Назва Пояснення bool ConnectToWiFi(int timeout) Для

мережі void ReadSensors() Зчитування сенсорів void reconnect() Для оновлення MQTT серверу void callbc підписку MQTT серверу Загальний алгоритм програми, наведеної у додатку Б наступний: Ініціалізуємо сенсори та брокеру; Надсилаємо дані до публікації. У підсумку ми маємо модуль, що отримує дані від сенсорів (у тому ч глобального).

### 3.4 Встановлення Eclipse MQTT Broker

В якості операційної системи можна зробити вибір в сторону Це дві одиничні операційні системи на базі відомого дистрибутива Debian Stretch, які модифікували для роботи з ознайомлення цілком виправдано, але для сервера, звичайно, графічна оболонка не до чого. Для установки виб флешку на 8 ГБ SD-карту. Фактично, залишається завантажити образ операційної системи та за допомогою дуже Рис. 3.9 – Встановлення дистрибутиву за допомогою Etcher Тепер залишається помістити прошиту флешку в г видалений доступ до командного рядка Raspbian Stretch за протоколом ssh, при цьому немає клавіатури, с завантажувальний розділ флешки, що дозволить активувати відповідний доступ. Після включення Raspberry Pi д Користувач за умовчанням «pi» може отримати права root, виконавши команду sudo. Оскільки в Raspbian все під новій системі може стати викликом меню системи конфігурації: \$ sudo raspi-config Рис. 3.10 – Віддалене підключ задає новий пароль користувачеві і, наприклад, у меню Interfacing Options можна налаштувати поведінку інтер меню: «Boot Options» можна встановити параметри за замовчуванням для завантаження системи, наприклад ви Options» встановити потрібну роздільну здатність графічного екрана, наприклад, вибравши необхідний розмір "DL можна оновити пакети системи: \$ sudo apt-get update \$ sudo apt-get upgrade І встановити брокер Mosq mosquitto \$ sudo apt-get sudo mosquitto-clients Тепер можна перевірити локально роботу брокера MQ "sensor/temperature" І опублікувати якесь значення для відповідного каналу: \$ mosquitto\_pub -h localhost: протоколом MQTT, а також виконати тестування навантажувальної здатності брокера, можна в середов кроссплатформенному додатку MQTTBox. Справді, протокол MQTT зараз став настільки поширеним, що знайти зр активно розвивається розробка відкритих програмних рішень та бібліотек, практично на всіх мовах програмування, рішень для Інтернету речей. Рис. 3.11 – Інтерфейс роботи MQTTBox Побудова рішень на основі брокера MQTT ста наприклад, використовуючи Node-RED або спеціалізоване рішення і залишається справа за «малим» – підключит IoT слід написати окрему статтю, але для даного прикладу можна обійтися розглядом прикладу на базі фактичк Espressif. Під'єднання до вузлів сенсорної мережі можливо за допомогою середовища розробки Arduino IDE для р майже моментально з урахуванням готових бібліотек і прикладів коду. У параметрах "File" – "Preferences" – "Addit WiFi chip: arduino.esp8266.com/stable/package\_esp8266com\_index.json Після цього в "Tools" – "Boards Community. До речі, не слід забувати про те, що для роботи з платою NodeMCU потрібно встановити драйвер і роботи з MQTT можна встановити бібліотеку PubSub Arduino Library. Для цього в меню "Sketch" – "Include Librai можливостями програмної платформи можна на базі прикладу коду, наприклад, Basic ESP8266 MQTT example, де і коли приходять на інТоріс значення 1, то на платі включається вбудований світлодіод.

### 3.5 Висновки за розділом

може якісно задовільнити вимоги до систем еко-моніторингу. Запроєктовано та реалізовано сенсорні вузли на баз: призначення для публікації повідомлень еко-моніторингу. **ВИСНОВКИ Відповідно до завдання було дано зага сенсорних мереж, розглянуто їх будову і застосування.** Здійснено огляд сучасного стану технологій та інформації значимість та актуальність проблеми. Здійснено огляд сучасних систем-аналогів. Виявлено доцільність розробки і різного рівня. Було здійснено огляд архітектурних особливостей організації бездротових сенсорних мереж та довед мереж. Проаналізовані сучасні протоколи, що можуть бути використані при формуванні бездротової сенсорної програмних засобів програмування та проектування. Обрано MQTT брокери локального та глобального користува що може якісно задовільнити вимоги до систем еко-моніторингу. Запроєктовано та реалізовано сенсорні вузл локального призначення для публікації повідомлень еко-моніторингу. У підсумку дана система може бути ви інтегруватись до глобальних систем з еко-моніторингу.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гелен Бріггс, Бекі Д графіках [Електронний ресурс]. Режим доступу URL:<https://www.bbc.com/ukrainian/features-48169628> - 04.
2. <https://buklib.net/books/24813/> - 04.01.22
3. Вбудована система [Електронний ресурс]. Режим доступу [https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_sensor\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network) - 05.01.22
4. 05.01.22
5. 05.01.22
6. Екологічний\_моніторинг [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://uk.wikipedia.org/wiki/Екологіч> [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://mepr.gov.ua/content/programma-oon-z-navkolishnogo-seredk> ресурс]. Режим доступу <https://mepr.gov.ua/content/ekologichniy-monitoring-dovkillya.html> - 06.01.22
7. 06.01.22
8. 06.01.22
9. <https://unece.org/fileadmin/DAM/env/europe/monitoring/EnvMonRep/ru/chapter1.pdf> - 07.01.22
10. ПИТА [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://unece.org/fileadmin/DAM/env/europe/monitoring/8thMeetir> нагрузкиприродных сред антропогенного воздействия ряда районов [https://www.researchgate.net/publication/356391478\\_REZULTATY\\_MONITORINGA\\_EKOLOGICESKOJ\\_NAGRUZI](https://www.researchgate.net/publication/356391478_REZULTATY_MONITORINGA_EKOLOGICESKOJ_NAGRUZI) - 07.01.22
11. the Global Network on Environmental Science and Technology [Електронний ресурс]. Режим дост

ресурс]. Режим доступа <https://www.globalecolabelling.net/> - 07.01.22 14. European Environmental Agency [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://wwf.org/> - 07.01.22 16. <https://www.bresser.de/en/Weather-Time/BRESSER-WIFI-color-weather-center-with-5in1-profi-sensor.html> [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://simvolt.ua/domashnya-meteostantsiya-z-bezdrotovim-datcl> [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://www.bresser.de/en/Weather-Time/WLAN-Weather-Static-powered-sensor.html> - 10.01.22 19. Професійна метеостанція (Wifi) MISOL HP2550 [Електронний ресурс]. Реж 10.01.22 20. BSB ECO MONITORING [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://bsbecomonitoring.net/> - 12.01.2 ресурс]. Режим доступа <https://www.intechopen.com/chapters/38793> DOI: 10.5772/49376 22. Mohammad S. C Press 2014 [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://doi.org/10.1017/SBO9781139030960> 23. Шаблонь <https://habr.com/ru/company/intel/blog/397241/> 24. Протокол MQTT: концептуальное погружение [Електрон машины – протокол MQTT [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://habr.com/ru/company/advantech/> Режим доступа <https://habr.com/ru/company/advantech/blog/450234/> 27. COAP [Електронний ресурс]. Реж The Constrained Application Protocol (CoAP) [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://datatracker.ietf> ресурс]. Режим доступа [https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced\\_Message\\_Queueing\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Message_Queueing_Protocol) 30. ATtiny2 [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2586-A-ESP8266> [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266> 32. ESP8266. [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp8266-technical\\_reference\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp8266-technical_reference_en.pdf) 117p <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet> : <https://arduino.ua/prod1930-bme280-5v-i2c-datchik-temperatyri-vlajnosti-davleniya> 35. DS18B20 - <http://mypractic.ru/ds18b20-datchik-temperature-s-interfejsom-1-wire-opisanie-na-russkom-yazyke.html> <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf> <https://www.electroschematics.com/am2302-dht22-datasheet/> 38. Датчик газа MQ-2 - [wiki.amperka.ru](http://wiki.amperka.ru) [Е MHz RF Transmitter-Receiver Module with Arduino [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://electroarduino/> 40. Платформа ARM и брокер MQTT, как современная основа решений для Интернета вещей [Електрон Proteus Design Suite [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://en.wikipedia.org/wiki/Proteus> <https://en.wikipedia.org/wiki/EasyEDA> 43. About Arduino [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://www> [Електронний ресурс]. Режим доступа <https://mosquito.org/> 45. An Open-Source, Cloud-Native, Distributed Додаток А. Вихідний код мікроконтролеру Attiny85 // SETTINGS #define INTVAL 60 // frequency of sending the d REP 7 // signal repeats (default=7x) // #define ID 1318 // device id (1280-1535) [when disabled, random id sensor library #include dht DHT; // timing values of the signal const unsigned short PULSE\_LENGTH = 272; PULSE\_LENGTH\*7; const unsigned short SEP = PULSE\_LENGTH\*2; const unsigned short SYNC = PULSE\_LEN sleepCycles = 0; // buffer to store message ready-to-send by bits byte message[36]; long scale\_const interrupt action ISR(WDT\_vect) { watchdogActive = true; // set flag } void setup() { //OSCCAL = 0x4E; // inter STATUS LED pinMode(1, OUTPUT); // RF TRANSMITTER pinMode(0, INPUT); // DHT SENSOR calibration(); // calibr (id,ch) updateMessage(1); // refresh message data (bat,txmode,temp,hum) sendMessage(REP); // send the timer interrupt } void loop() { if (watchdogActive) { // if there was a watchdog wakeup watchdogAct updateMessage(0); sendMessage(REP); sleepCycles = 0; // reset counter } } sleep(); // go to sleep! // A ve -) { digitalWrite(2, HIGH); delay(80); digitalWrite(2, LOW); delay(80); } } // replay the value b on tx-pin void s PORTB = 0 << PBI; } else if (b == 1) { // HIGH PORTB = 1 << PBI; delayMicroseconds(LONG); PORTB = 0 << PBI; delayMicroseconds(SYNC); PORTB = 0 << PBI; } // send the message by bits void sendMessage(byte repeats PORTB = 0 << PBI; delayMicroseconds(SEP); for (byte i = 0; i < 36; i++) { sendBit(message[i]); } sendSync( set\_sleep\_mode(SLEEP\_MODE\_PWR\_DOWN); // Set sleep mode to full power down, most power-saving pc sleep and enter sleep mode. sleep\_mode(); // System sleeps here // CPU is now asleep and program e sleep\_disable(); // When awake, disable sleep mode... power\_all\_enable(); // ...and turn on all device setup\_watchdog() { noInterrupts(); // timing critical part, disable interrupts MCUSR &= ~(1<=0; data message[binIndex] = 1; binIndex += 1; } else { message[binIndex] = 0; binIndex += 1; } } // read and c tempValue,humValue; int chk = DHT.read22(0); while (chk != DHTLIB\_OK) { delay(2200); chk = DHT.read22 grades if (tempValue < 0) tempValue += 1023; // convert values into message array convertBit(tempValue ADMUX = \_BV(MUX3) | \_BV(MUX2); // set reference to vcc and measurement to int. 1.1v reference. dela (bit\_is\_set(ADCSRA,ADSC)); // wait here while measuring uint8\_t low = ADCL; // must read ADCL first - it the | low; int result = round(scale\_constant / vcc\_reading); // calculate VCC (in mV) return result; } void check message[12] = 1; // charged } // Improve accuracy of VCC readings with calibration void calibration() {



```

i=0;i<10;i++) { // get 10 initial readings readings += readVcc(); delay(25); // gives more stable results } int vcc
here those readings later... int refvoltage = 110L*VCC1/vcc2; scale_constant = refvoltage * 1024L; #endif }
#include #include #include #include #include #include #include // "global" esp_adc_cal_cal
now = 0; //frequency of wake cycles const long samplingFrequency = 300; // "bool Connected
long max = timeout * 1000; unsigned long t = millis(); const char *ssid = ""; const char *password = ""; if
subnet(255, 255, 0, 0); IPAddress dns(192, 168, 23, 1); if (!WiFi.config(local_IP, gateway, subnet, dns, dns)) {
while (max > millis() - t) { //digitalWrite(13, !digitalRead(13)); digitalWrite(1, (millis() - t) * 4); if (WiFi.status() =
Connection loop: %d, duration: %d \n", WiFi.status(), (millis() - t)); return (WiFi.status() == WL_CONNECTED
return true; unsigned long max = timeout * 1000; unsigned long t = millis(); WiFi.disconnect(true); while (ma
} timeout--; delay(5); } Serial.printf("After disconnect loop: %d, duration: %d \n", WiFi.status(), (millis() - t));
time passed in is not a valid time or the forced flag is set. long obtainTime(time_t *t, bool forced) { const ch
Jun 8 2016 00:22:57, ESP32 default timestamp time(t); long oldTime = *t > minEpoch ? *t : minEpoch;
ntp_setservername(0, (char *)ntpServer); ntp_init(); // wait for time to be set unsigned int timeout = 10 *
{ delay(5); time(t); } Serial.printf("Time received %d\n", *t); } return *t - oldTime; } float readBatteryVoltage(
multiplied by 2 return adc1_to_voltage(ADC1_CHANNEL_7, &characteristics) * 2.0 / 1000.0; } bool PostToInflux
db=environment&precision=s"); http.addHeader("Content-Type", "text/json"); int httpResponseCode = http.f
httpResponseCode == 204; } void setup() { unsigned long startTime = millis(); //I
reference/peripherals/adc.html#adc-calibration // ESP32 0x4485 chip read 109
adc1_config_channel_atten(ADC1_CHANNEL_6, ADC_ATTEN_11db); // Calculate ADC characteristics i.e. gai
ADC_WIDTH_BIT_12, &characteristics); Serial.begin(115200); pinMode(13, OUTPUT); // set the LED pin moc
++bootCount); char value[256]; float vBat = readBatteryVoltage(); Serial.printf("Battery Voltage: %f V\n", vB
(24 * 3600 / samplingFrequency) == 0); uint64_t chipid = ESP.getEfuseMac(); Serial.printf("Time Drift: %d sec
drift=%f,bootcount=%di %d", (uint16_t)(chipid >> 32), (uint32_t)chipid, drift, bootCount, now); PostToInflux(
Humid:%f, dew:%f, HI%f \n", htu.getTemperature(), htu.getHumidity
"weather,board=0x%04X%08X,sensor=htu21d,region=outside,variable=Temperature,unit=Celsius value=%f
PostToInflux(value); sprintf(value, "weather,board=0x%04X%08X,sensor=htu21d,region=outside,variable=F
(uint32_t)chipid, htu.getHumidity(), now); PostToInflux(value); sprintf(value, "weather,board=0x%04X%08
(uint16_t)(chipid >> 32), (uint32_t)chipid, htu.getDewPoin
"weather,board=0x%04X%08X,sensor=htu21d,region=outside,variable=Heat_Index,unit=Celsius value=%f
PostToInflux(value); } sprintf(value, "battery,board=0x%04X%08X voltage=%f,bootcount=%di %d", (uint16_
DisconnectFromWiFi(10); Serial.printf("Start: %u, finish: %u, sleep: %u ", startTime, millis(), (samplingFrequency
1000 - (millis() - startTime)); } else { esp_deep_sleep(1000000LL * 3600); } } void loop() { }

```

## Source

**З А В Д А Н Н Я на курсову роботу (проект) студенту \_\_\_\_\_Токареву Ол...**

0.11%

З А В Д А Н Н Я на курсову роботу (проект) студенту \_\_\_\_\_Токареву Олексію Вікторовичу\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові) 1.Тема роботи (роботи):

<http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5695/1/%D0%9A%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf/>



**Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і ...Умовних по...**

0.11%

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і ...Умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

<https://nadoest.com/perelik-umovnih-poznachene-simvoliv-odinice-skorochene-i-termi>

**3. Перелік умовних позначень, символів, одиниць ...Перелік умовних позн...**

0.11%

3. Перелік умовних позначень, символів, одиниць ...Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і ...

<https://studfile.net/preview/5603732/page:4/>

**навколишнього середовища в якій завдяки використанню різних техноло...**

0.11%

навколишнього середовища в якій завдяки використанню різних технологій передачі даних досягнуто ряд переваг перед існуючими системами з позиції.

<http://dspace.tneu.edu.ua/bitstream/316497/17481/1/%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BA.PDF>

**2019. 1. 25. · (БСМ) – розподілені мережі, що складаються з маленьких сен...**

0.11%

2019. 1. 25. · (БСМ) – розподілені мережі, що складаються з маленьких сенсорних вузлів, з інтегрованими функціями моніторингу навколишнього середовища, обробки ...

[http://www.viti.edu.ua/files/rom/2018/5\\_2018.pdf](http://www.viti.edu.ua/files/rom/2018/5_2018.pdf)

**вузлів мережі (по продуктивності процесора, пам`яті, потужності передав...**

0.11%

вузлів мережі (по продуктивності процесора, пам`яті, потужності передавача, енергії батареї), обмеженою дальністю та пропускною спроможністю каналів радіозв'язку між

[http://www.viti.edu.ua/files/zbk/2018/17\\_1\\_2018.pdf/](http://www.viti.edu.ua/files/zbk/2018/17_1_2018.pdf/)

**7 (7)/2017. The scientific method – PDF Скачать Бесплатно**

0.11%

7 (7)/2017. The scientific method – PDF Скачать Бесплатно

<https://docplayer.com/54428429-7-7-2017-the-scientific-method.html>

MQTT - Вікіпедія [https://uk.wikipedia.org/wiki/MQTTMQTT - Вікіпедія](https://uk.wikipedia.org/wiki/MQTTMQTT) 0.11%

by ВІ Харченко · 2019 — Локальний моніторинг включає вивчення простор...

0.11%

by ВІ Харченко · 2019 — Локальний моніторинг включає вивчення простору одного джерела при впливі сукупності підприємств промислової зони, муніципальної освіти (міста, району).

[http://eprints.library.odeku.edu.ua/6803/1/Kharchenko\\_M\\_2019.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/6803/1/Kharchenko_M_2019.pdf)

Моніторинг атмосферного повітря – система спостережень за станом атм...

0.11%

Моніторинг атмосферного повітря – система спостережень за станом атмосферного повітря, його забрудненням і за природними явищами, що відбуваються в ньому, а також оцінка та прогноз стану ...

<https://dl.khadi.kharkov.ua/mod/resource/view.php?id=142757/>

Екологічний моніторинг довкілля включає. Екологічне право Росії ...

0.23%

Екологічний моніторинг довкілля включає. Екологічне право Росії ...

<https://shashlychn-dvorik.ru/uk/ekologicheskii-monitoring-okruzhayushchei-prirodnoi-sredy-vklyuchaet/>

Екологічний моніторинг можливо. Екологічний моніторинг ...

0.23%

Екологічний моніторинг можливо. Екологічний моніторинг ...

<https://nawas.ru/uk/ekologicheskii-monitoring-mozhet-byt-ekologicheskii-monitoring.html>

Моніторинг навколишнього середовища :: :: Екологічний ...

0.11%

Моніторинг навколишнього середовища :: :: Екологічний ...

<http://www.novaecologia.org/voeco-267.html>

**системологія моніторингу – Навчальні матеріали онлайн**

0.11%

системологія моніторингу – Навчальні матеріали онлайн

[https://pidru4niki.com/75793/ekonomika/sistemologiya\\_monitoringu](https://pidru4niki.com/75793/ekonomika/sistemologiya_monitoringu)

**Aug 20, 1993 · Узагальнена аналітична інформація надається міністерства...**

0.57%

Aug 20, 1993 · Узагальнена аналітична інформація надається міністерствами та відомствами-суб'єктами ДСМД Мінприроди. Отримані дані передаються до Інформаційно – аналітичного центру Мінприроди та ...

<https://mepr.gov.ua/content/ekologichniy-monitoring-dovkillya.html/>

**Екологічний моніторинг довкілля**

Екологічний моніторинг довкілля

0.90%

<https://mepr.gov.ua/content/ekologichniy-monitoring-dovkillya.html>

**Усі датчики скомпоновані в єдиному блоці, що набагато спрощує та приск...**

0.34%

Усі датчики скомпоновані в єдиному блоці, що набагато спрощує та прискорює процес установлення та монтажу. Зв'язок підтримується на відстані до 150 метрів.

<https://www.bing.com/ck/a?!>

**46 параметрах, що дають можливість оцінити хімічний склад вод, біогенн...**

0.23%

46 параметрах, що дають можливість оцінити хімічний склад вод, біогенні параметри, наявність зважених часток та органічних речовин, основних.

<https://core.ac.uk/download/pdf/334604258.pdf>

**Загроза №2 у світі: як заводи травлять українців і як з цим ...**

0.11%

Загроза №2 у світі: як заводи травлять українців і як з цим ...

<https://www.ukr.net/news/details/health/65308228.html>

**правове регулювання відносин в сфері довкілля в ...**

0.11%

правове регулювання відносин в сфері довкілля в ...

<https://vdoc.pub/documents/-283d41t04adg>

У чому полягає робота екологічних організацій у Росії ...

0.11%

У чому полягає робота екологічних організацій у Росії ...

<https://theformen.ru/uk/herpes/v-chem-zaklyuchaetsya-rabota-ekologicheskikh-organizacii-v-rossii/>

Затоплювані луки і савани – ЮніонпедіяНагір'я Центральної Шрі-Ланки – ...

0.11%

Затоплювані луки і савани – ЮніонпедіяНагір'я Центральної Шрі-Ланки – Юніонпедія

[https://uk.unionpedia.org/%D0%97%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%96\\_%D0%BB%D1%83%D0%BA%D0%B8\\_%D1%96\\_%D1%81%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8](https://uk.unionpedia.org/%D0%97%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%96_%D0%BB%D1%83%D0%BA%D0%B8_%D1%96_%D1%81%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8)

Росія заборонила експорт чорної ікри | Економічна правда

0.11%

Росія заборонила експорт чорної ікри | Економічна правда

<https://www.epravda.com.ua/news/2008/01/28/157161/>

Організація існує на добровільних внесках, приблизно 9% її бюджету пос...

0.11%

Організація існує на добровільних внесках, приблизно 9% її бюджету поступає від приватних пожертв. Місія WWF – запобігання наростаючій деградації природного.

[http://eprints.kname.edu.ua/42795/1/2015%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%2041%D0%9B%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9\\_%D0%9E%D0%A3%D0%9F%D0%94\\_%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D1%80%D0%B0\\_2016.pdf](http://eprints.kname.edu.ua/42795/1/2015%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%2041%D0%9B%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9_%D0%9E%D0%A3%D0%9F%D0%94_%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D1%80%D0%B0_2016.pdf)

Метеостанція Bresser Wi-Fi Colour 3-in-1 Wind Sensor BlackМетеостанці...

0.11%

Метеостанція Bresser Wi-Fi Colour 3-in-1 Wind Sensor BlackМетеостанція Bresser Weather Center 5-in-1 Wi-Fi Profi ...

[https://bt.rozetka.com.ua/ua/bresser\\_wi-fi\\_colour\\_3-in-1\\_wind\\_sensor\\_black/p266147071/](https://bt.rozetka.com.ua/ua/bresser_wi-fi_colour_3-in-1_wind_sensor_black/p266147071/)

Метеостанція Bresser Weather Center 5-in-1 Wi-Fi Profi ...

0.34%

Метеостанція Bresser Weather Center 5-in-1 Wi-Fi Profi ...

[https://bt.rozetka.com.ua/ua/bresser\\_weather\\_center\\_5-in-1\\_wi-fi\\_prof\\_i\\_sensor\\_color\\_white/p263815256/](https://bt.rozetka.com.ua/ua/bresser_weather_center_5-in-1_wi-fi_prof_i_sensor_color_white/p263815256/)



Сучасний лаконічний дизайн і найширший спектр функцій дасть змогу з о...

0.11%

Сучасний лаконічний дизайн і найширший спектр функцій дасть змогу з однаковим успіхом використовувати цю метеостанцію як у квартирі, так і на присадибних ділянках.

[https://bt.rozetka.com.ua/ua/bresser\\_weather\\_center\\_5-in-1\\_white/p266089586//](https://bt.rozetka.com.ua/ua/bresser_weather_center_5-in-1_white/p266089586//)

Вбудована функція тривожних сповіщень попередить вас про вихід вимірюваних...

0.11%

Вбудована функція тривожних сповіщень попередить вас про вихід вимірюваних параметрів за вказані межі. Всі датчики скомпоновані в єдиному блоці, що значно спрощує і прискорює процес ...

<https://opticalmarket.com.ua/ua/meteostanciya-bresser-weather-center-5-in-1.html/>

Метеостанція оснащена великим РК-дисплеєм з підсвічуванням для чітк...

0.23%

Метеостанція оснащена великим РК-дисплеєм з підсвічуванням для чіткого відображення всіх показників вимірювання та бездротовим виносним сенсорним блоком з власним невеликим дисплеєм ...

<https://simvolt.ua/domashnya-meteostantsiya-z-bezdrotovim-datchikom-misol-w-h1150-1//>

Домашня метеостанція з бездротовим датчиком MISOL ...

0.11%

Домашня метеостанція з бездротовим датчиком MISOL ...

<https://bt.rozetka.com.ua/ua/328063549/p328063549/>

Домашня метеостанція з бездротовим датчиком MISOL ...

0.11%

Домашня метеостанція з бездротовим датчиком MISOL ...

<https://ekobox.com.ua/ua/p1523366012-domashnya-meteostantsiya-bezdrotovim.html>

**професійні метеостанції (wifi) misol hp2550 широко використовують для...**

0.45%

професійні метеостанції (wifi) misol hp2550 широко використовують для моніторингу погодних умов як на відкритому ґрунті, так і в теплицях, прогнозування погодних умов, моніторингу сприятливих погодних умов для проведення сільськогосподарських робіт (посівні роботи, зрошення, внесення добрив, засобів захисту рослин, збирання врожаю, тощо), ...

<https://simvolt.ua/profesiyna-meteostantsiya-wifi-misol-hp2550/>

**Професійна метеостанція (Wifi) MISOL HP2550 - Prom.ua**

0.11%

Професійна метеостанція (Wifi) MISOL HP2550 - Prom.ua

<https://prom.ua/ua/p1362043205-professionalnaya-meteostantsiya-wifi.html>

**Професійна метеостанція (Wifi) MISOL HP2550**

0.34%

Професійна метеостанція (Wifi) MISOL HP2550

<https://simvolt.ua/profesiyna-meteostantsiya-wifi-misol-hp2550/>

**Дані можна переглядати та аналізувати в програмі Excel на комп'ютері аб...**

0.11%

Дані можна переглядати та аналізувати в програмі Excel на комп'ютері або ноутбучі. Метеостанцію можна підключити до ПК за допомогою USB-кабелю та завантажувати дані на веб сайт: [www.wunderground.com](http://www.wunderground.com). Вбудовані функції фіксації мінімальних і максимальних показників всіх ...

<https://simvolt.ua/meteostantsiya-misol-wh1080/>

**Реферат з дисципліни «Технології адміністрування та захисту ...**

0.11%

Реферат з дисципліни «Технології адміністрування та захисту ...

<https://ua-referat.com/uploaded/referat-z-disciplini-tehnologiyi-administruvannya-ta-zahistu-i/index1.html>

**by ВВ Киращук · 2019 — При використанні протоколів, які передбачають н...**

0.23%

by ВВ Киращук · 2019 — При використанні протоколів, які передбачають наявність брокерів і підтримують федерації, брокери з'єднуються між собою для маршрутизації повідомлень.

[https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/30969/1/Kyrashchuk\\_magistr.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/30969/1/Kyrashchuk_magistr.pdf)

by АЄ Ковальчук · 2019 — Примітно, що MQTT передає облікові дані безпе...

0.23%

by АЄ Ковальчук · 2019 — Примітно, що MQTT передає облікові дані безпеки відкритим текстом, інакше не підтримується аутентифікація або функції безпеки. Ось де вступає.

[https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/11356/3/Kovalchuk\\_A\\_E.pdf](https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/11356/3/Kovalchuk_A_E.pdf)

by РА Буцій · 2019 — гілки з листям. Кожного разу, коли у видавця є нові д...

0.11%

by РА Буцій · 2019 — гілки з листям. Кожного разу, коли у видавця є нові дані для поширення серед підписників, повідомлення супроводжується приміткою контролю доставки.

<http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/29586/5/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82.pdf>

by АМ Афанасьєва · 2020 — Будь-які дані, опубліковані або отримані бро...

0.11%

by АМ Афанасьєва · 2020 — Будь-які дані, опубліковані або отримані брокером MQTT, будуть закодовані в двійковому форматі, оскільки MQTT є бінарним протоколом. MQTT надає можливість ...

[https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/12242/1/Afanasieva\\_132\\_133.pdf](https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/12242/1/Afanasieva_132_133.pdf)

by ЯА Власенко · 2021 — Це корисно в тих випадках, коли новим абонента...

0.11%

by ЯА Власенко · 2021 — Це корисно в тих випадках, коли новим абонентам може знадобитися ... записана точка даних, замість того, щоб чекати наступної відправки.

[http://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/7580/1/MR\\_vlasenko.pdf](http://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/7580/1/MR_vlasenko.pdf)

by АР Калиниченко · 2020 — Незважаючи на назви, входи і виходи можуть...

0.23%

by АР Калиниченко · 2020 — Незважаючи на назви, входи і виходи можуть насправді бути внутрішніми змінними, зберігати лічильники, прапори, або бути керуючими тригерами. У різних.

[http://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/7714/1/MR\\_Kalinichenko.pdf](http://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/7714/1/MR_Kalinichenko.pdf)

JMS та AMQP - RabbitMQ - QA Stack

0.11%

<https://qastack.com.ua/programming/15150133/jms-and-amqp-rabbitmq>

**Розширений протокол черги повідомлень**

0.11%

Розширений протокол черги повідомлень

[https://uk.wikisko.ru/wiki/Advanced\\_Message\\_Queueing\\_Protocol](https://uk.wikisko.ru/wiki/Advanced_Message_Queueing_Protocol)

**Выбор регулятора напряжения и аккумулятора для компактного ...**

0.11%

Выбор регулятора напряжения и аккумулятора для компактного ...

<https://askentire.net/q/vybor-regulyatora-napryazheniya-i-akkumulyatora-dlya-kompaktnogo-rf-pulta-d-62136062581>

**Характеристики мікроконтролеру ATtiny2313A/4313 - Розробка ...**

0.11%

Характеристики мікроконтролеру ATtiny2313A/4313 - Розробка ...

[https://vuzlit.com/2279289/harakteristiki\\_mikrokontrolleru\\_attiny2313a4313](https://vuzlit.com/2279289/harakteristiki_mikrokontrolleru_attiny2313a4313)

**Кращий виробник і фабрика ATTINY24A-SSU IC MCU 8BIT 2KB ...Кращий в...**

0.34%

Кращий виробник і фабрика ATTINY24A-SSU IC MCU 8BIT 2KB ...Кращий виробник і фабрика ATTINY13V-10SU IC MCU 8BIT 1KB ...

<http://uk.ronghuayxf.com/attiny24a-ssu-ic-mcu-8bit-2kb-flash-14soic-product/>

**Кращий виробник і фабрика ATTINY13V-10SU IC MCU 8BIT 1KB ...**

0.23%

Кращий виробник і фабрика ATTINY13V-10SU IC MCU 8BIT 1KB ...

<http://uk.ronghuayxf.com/attiny13v-10su-ic-mcu-8bit-1kb-flash-8soic-product/>

**Барометр BME280 3.3В I2C (датчик температури, вологості ...Барометр В...**

0.23%

Барометр BME280 3.3В I2C (датчик температури, вологості ...Барометр BME280 5В I2C (датчик температури, вологості ...

<https://arduino.ua/prod3930-barometr-bme280-3-3v-i2cspi-datchik-temperatyri-vlajnosti-davleniya>



### Барометр BME280 5B I2C (датчик температури, вологості ...Барометр BME...

0.11%

Барометр BME280 5B I2C (датчик температури, вологості ...Барометр BME280 3.3B I2C (датчик температури, вологості ...

<https://arduino.ua/prod3677-barometr-bme280-3-3v-i2cspi-datchik-temperatyri-v-lajnosti-davleniya>

### by ЮС Цюрпіта · 2021 — межі вимірювання температури: від -40 до 85 гра...

0.11%

by ЮС Цюрпіта · 2021 — межі вимірювання температури: від -40 до 85 градусів;. - межі вимірювання вологості: від 0 до 100%;. - межі вимірювання тиску: від 300 до ...

<http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/10419/1/%D0%B4%D0%BE%20%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%96%D1%8E%20%D0%A6%D1%8E%D1%80%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B0.pdf>

### Лист ПВХ 3 мм 60x40 см (білий) - Prom.ua

0.11%

Лист ПВХ 3 мм 60x40 см (білий) - Prom.ua

<https://prom.ua/ua/p1234713799-barometr-temperatura-vlazhnost.html>

### Водонепроникний DS18B20 з оригінальним чіпом - uAmperмодуль темпе...

0.11%

Водонепроникний DS18B20 з оригінальним чіпом - uAmperмодуль температурного датчика KY-001 цифровой купить ...

<https://uamper.com/DS18B20-%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0%D0%B5%D0%BC%D1%8B%D0%B9-%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9-%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-1%D0%BC-%D1%81-%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B9>

### Живлення датчик може отримувати безпосередньо від лінії даних, без ви...

0.11%

Живлення датчик може отримувати безпосередньо від лінії даних, без використання зовнішнього джерела. В цьому режимі живлення датчика відбувається від енергії,

<https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/26262/Presentation2%20%281%29.pdf/>

by МА Касюкін · 2021 — В цьому режимі живлення датчика походить від ен...

0.11%

by МА Касюкін · 2021 — В цьому режимі живлення датчика походить від енергії, запасеної на паразитної ємності. Діапазон вимірювання температури становить від -55 до +125 °C [9].

[http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/7731/1/MR\\_Kasiukin.pdf](http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/7731/1/MR_Kasiukin.pdf)

Для діапазону від -10 до +85 ° с похибка не перевищує 0,5 ° с. Попередня ...

0.11%

Для діапазону від -10 до +85 ° с похибка не перевищує 0,5 ° с. Попередня Датчик рівня палива DUT-E

<https://avtodor-gps.com.ua/products/additional-equipment/temperature-sensor/>

by ОІ Назаренко · 2021 — Використовуючи ексклюзивну технологію отрим...

0.11%

by ОІ Назаренко · 2021 — Використовуючи ексклюзивну технологію отримання цифрового сигналу і технологію визначення температури і вологості, вона забезпечує високу надійність і ...

[http://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/7599/1/MR\\_Nazarenko.pdf](http://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/7599/1/MR_Nazarenko.pdf)

Apr 14, 2021 · Чутливий елемент датчика складається з керамічної трубки ...

0.11%

Apr 14, 2021 · Чутливий елемент датчика складається з керамічної трубки з покриттям Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> і нанесеного на неї чутливого шару діоксиду олова.

<https://np.pl.ua/2021/04/poltavskyy-uchen-stvoryv-vlasnyy-prystriy-dlia-vymiriuvannia-rivnia-zabrudnenosti-povitria/>

Датчик природного газу MQ-4 / Тройка-модуль - Микроника Датчик вугле...

0.11%

Датчик природного газу MQ-4 / Тройка-модуль - Микроника Датчик вуглекислого газу CO<sub>2</sub> MQ-135 купити в Україні - Микроника

<https://mikronika.com.ua/ua/p1157674024-datchik-prirodnogo-gaza.html>

Які найкращі онлайн-симулятори Arduino для вивчення?

0.11%

Які найкращі онлайн-симулятори Arduino для вивчення?

<https://movilforum.com/uk/%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80-arduino-%D0%BE%D0%BD%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BD/>

Відповідно до технічного завдання було дано загальний огляд області, д...

0.11%

Відповідно до технічного завдання було дано загальний огляд області, до якої належить тема дипломної роботи, проведений аналіз сенсорних мереж, розглянуто ...

[http://www.dut.edu.ua/uploads/p\\_421\\_71395854.pdf](http://www.dut.edu.ua/uploads/p_421_71395854.pdf)

attiny-weather-station/attiny\_weather\_station.ino at master · gregna...

0.23%

attiny-weather-station/attiny\_weather\_station.ino at master · gregna ...

[https://github.com/gregna/attiny-weather-station/blob/master/attiny\\_weather\\_station.ino](https://github.com/gregna/attiny-weather-station/blob/master/attiny_weather_station.ino)



[Home](#)

[Blog](#)

[Testimonials](#)

[About Us](#)

[Privacy](#)

Copyright © 2022 Plagiarism Detector. All right reserved