

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Методи та програмно-апаратні засоби дистанційного контролю
інтенсивності ультрафіолетового випромінювання

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи СІМ-62
спеціальності _____

123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Лилик І.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Стадник Н.Б.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Тили Є.В.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____
(підпис) Осухівська Г.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Лилику Івану Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи та програмно-апаратні засоби дистанційного контролю інтенсивності ультрафіолетового випромінювання

Керівник роботи Стадник Наталія Богданівна, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «1» грудня 2023 року № 4/7-1132

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Наукові літературні джерела, мова програмування C++

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз досліджень у сфері вимірювання інтенсивності ультрафіолетового випромінювання. 2. Методи та засоби віддаленого контролю рівня

ультрафіолетового випромінювання. 3. Реалізація системи дистанційного моніторингу інтенсивності ультрафіолетового випромінювання.

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Тема кваліфікаційної роботи, актуальність.

2. Мета і завдання дослідження.

3. Об'єкт і предмет дослідження та наукова новизна.

4. Структурна схема системи.

5. Схема електричних з'єднань.

6. Блок-схема алгоритму роботи.

7. Результати роботи системи.

8. Висновки.

АНОТАЦІЯ

Методи та програмно-апаратні засоби дистанційного контролю інтенсивності ультрафіолетового випромінювання // Кваліфікаційна робота магістра // Лилик Іван Васильович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІм-62 // Тернопіль, 2023 // с. – 76, рис. – 36, табл. – 1, аркушів А1 – 8, додат. – 1, бібліогр. – 37.

Ключові слова: ультрафіолетове випромінювання, дистанційний контроль, Інтернет речей, давач, мікроконтролер.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи дистанційного контролю інтенсивності ультрафіолетового (УФ) випромінювання за допомогою програмно-апаратних засобів. В першому розділі проведено аналіз існуючих методів та засобів вимірювання УФ-випромінювання, оцінено їхні переваги та недоліки. Другий розділ включає дослідження теоретичних аспектів використання цих методів у різних галузях. У третьому розділі представлена реалізація системи для дистанційного контролю УФ-випромінювання, яка включає в себе алгоритмічне та програмне забезпечення. Апаратні засоби розроблені для ефективної реалізації обраних методів вимірювання, а програмне забезпечення дозволяє збирати, обробляти та надсилати дані до хмарної IoT платформи. Проведені експериментальні дослідження, що оцінюють ефективність системи в різних умовах та сценаріях використання. Результати цієї роботи можуть знайти практичне застосування в галузі контролю та моніторингу УФ-випромінювання для захисту людського здоров'я та навколишнього середовища.

ANNOTATION

Methods and hardware-software tools for remote monitoring of ultraviolet radiation intensity // Master's graduation thesis // Lylyk Ivan // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CIm-62 // Ternopil, 2023 // p. – 76, fig. – 36, tabl. – 1, sheets A1 – 8, addit. – 1, bibliography – 37.

Keywords: ultraviolet radiation, remote monitoring, Internet of Things, sensor, microcontroller.

The qualification work is devoted to the development of a remote monitoring system for ultraviolet (UV) radiation intensity using hardware and software tools. The first section conducts an analysis of existing methods and means of measuring UV radiation, evaluating their advantages and disadvantages. The second section includes an exploration of the theoretical aspects of applying these methods in various fields. The third section presents the implementation of a system for remote monitoring of UV radiation, encompassing both algorithmic and software components. The hardware is designed for the effective implementation of selected measurement methods, while the software allows for collecting, processing, and transmitting data to the IoT cloud platform. The fourth section includes experimental studies assessing the system's effectiveness in different conditions and usage scenarios. The results of this work can find practical applications in the field of UV radiation control and monitoring to protect human health and the environment.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ КОНТРОЛЮ ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	10
1.1. Аналіз сфери використання систем контролю інтенсивності УФ випромінювання	10
1.2. Сучасний стан наукових досліджень у сфері моніторингу інтенсивності УФ- випромінювання	12
1.3. Огляд існуючих засобів контролю інтенсивності УФВ	18
1.4. Висновки до розділу 1	22
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ВІДДАЛЕНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	23
2.1. Види та характеристики УФ випромінювання	23
2.2. Вплив ультрафіолетового випромінювання.....	25
2.3. Класифікація детекторів УФ-випромінювання.....	29
2.4. Аналіз методів вимірювання ультрафіолетового випромінювання	32
2.5. Застосування технологій Інтернету речей для моніторингу інтенсивності УФ-випромінювання	35
2.6. Висновки до розділу 2	37
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	38
3.1. Проектування апаратної складової системи дистанційного контролю інтенсивності ультрафіолетового випромінювання	38
3.2. Розробка програмного забезпечення для системи віддаленого контролю інтенсивності УФ-випромінювання.....	44
3.3. Інтеграція розробленого пристрою з хмарною IoT платформою.....	49
3.4. Тестування та експериментальні дослідження системи дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання.....	52

3.5. Висновки до розділу 3	55
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	56
4.1. Охорона праці.....	56
4.2. Комп'ютерне забезпечення процесу оцінки радіаційної та хімічної обстановки	58
4.3. Планування та порядок проведення евакуації населення з районів наслідків впливу НС техногенного та природного характеру.....	60
4.4. Висновки до розділу 4.....	64
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
Додаток А Тези конференцій.....	71

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

МК – мікроконтролер;

ГУФВ – інтенсивність ультрафіолетового випромінювання;

ПЗ – програмне забезпечення;

СМ – система моніторингу;

УФ – ультрафіолет;

УФВ – ультрафіолетове випромінювання;

УФІ – ультрафіолетовий індекс;

ФДУ – фотодетектори ультрафіолету;

ІоТ – Internet of Things.

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі зростає увага до здоров'я та безпеки людей, особливо щодо впливу різних факторів оточуючого середовища на організм. Ультрафіолетове (УФ) випромінювання, яке генерується сонячними променями, стає предметом особливої уваги через його вплив на зір, здоров'я шкіри та загальний стан людини.

Актуальність розробки методів і засобів дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання полягає у необхідності створення системи, яка дозволить ефективно вимірювати та моніторити рівень УФ-випромінювання на відстані. Це стає важливим у контексті захисту людей від негативного впливу УФ-променів та своєчасного контролю над їхнім впливом на організм через сонячне випромінювання.

Ця система має великий потенціал застосування у різних галузях: від медичних установ для контролю за УФ-терапією до використання в косметології для точного дозування УФ променів. Крім того, вона може бути корисною для населення, надаючи можливість людям контролювати тривалість та інтенсивність засмаги, що є важливим для запобігання опіків шкіри та інших проблем зі здоров'ям, пов'язаних із тривалим перебуванням на сонці.

Отже, розробка системи дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання є актуальною задачею в контексті забезпечення безпеки та захисту здоров'я людей у різних сферах життєдіяльності.

Мета і завдання дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка та удосконалення методів і програмно-апаратних засобів дистанційного контролю інтенсивності ультрафіолетового випромінювання.

Задачі дослідження:

- провести аналіз існуючих засобів вимірювання інтенсивності УФ випромінювання, оцінити переваги та недоліки різних підходів, та методів;
- дослідити теоретичні аспекти використання методів вимірювання УФ випромінювання в різних галузях;

- реалізувати апаратні засоби для системи дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання для ефективної реалізації вибраних методів;
- розробити алгоритмічне та програмне забезпечення для системи дистанційного контролю інтенсивності УФ випромінювання включаючи алгоритми обробки та можливість зберігання та обміну вимірних даних.
- провести експериментальне дослідження ефективності системи, оцінити точність та стабільність вимірювань в різних умовах та в реальних сценаріях використання.

Об'єкт дослідження – процес контролю інтенсивності УФ-випромінювання.

Предмет дослідження – методи та засоби дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Вперше розроблено систему дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання на основі інтернету речей, яка, завдяки використанню технології збору та передачі даних, дозволила забезпечити реалізацію процесу моніторингу в реальному часі.

2. Удосконалено метод вимірювання інтенсивності УФ-випромінювання, який, завдяки використанню сучасного WiFi модуля ESP32 та давача Si1145 з високою чутливістю та точністю, дав змогу підвищити надійність та ефективність процесу моніторингу УФ-випромінювання.

Практичне значення отриманих результатів кваліфікаційної роботи полягає у розробці та впровадженні інноваційної системи дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання, що забезпечує надійний моніторинг та ефективний аналіз рівня УФ-випромінювання для захисту здоров'я людини.

Публікації. Результати дослідження апробовано на XII міжнародній науково-практичній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопіль, 6-7 грудня 2023 року) та на XI науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (Тернопіль, 13-14 грудня 2023 року).

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ КОНТРОЛЮ ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

1.1. Аналіз сфери використання систем контролю інтенсивності УФ випромінювання

У сучасному світі системи контролю інтенсивності ультрафіолетового випромінювання (УФВ) широко застосовуються в різних галузях, де вони можуть бути інтегровані для досягнення конкретних цілей та вирішення проблем.

Однією з сфер застосування УФ-випромінювання є стерилізація води. Ультрафіолетове оброблення води є ефективним методом для видалення загрози вірусів та бактерій. Вода, яка містить мікроорганізми, проходить через ультрафіолетову лампу, інтенсивність опромінювання якої змінює структуру ДНК шкідливих мікроорганізмів. Цей метод стерилізації води відзначається своєю ефективністю, економічністю та відсутністю негативного впливу на якість води. Він має низку переваг, таких як низька ціна, простота застосування, автономність в роботі та відсутність потреби в додаткових дезінфікуючих речовинах. Системи контролю інтенсивності УФ-випромінювання відіграють важливу роль у цьому процесі.

Також УФ-випромінювання знаходять широке застосування в медичних установах для дезінфекції та стерилізації. Вони використовуються у лікарнях, стоматологічних кабінетах, амбулаторіях та інших медичних закладах [1]. У промисловості УФ-випромінювання застосовуються для полімеризації, сушіння, фарбування та інших процесів обробки матеріалів. Вони допомагають підтримувати якість та ефективність виробничих ліній. Системи контролю інтенсивності УФ використовуються для точного дозування УФ променів, які беруть участь у цих процесах.

Системи контролю УФ-випромінювання використовуються в системах очищення повітря для знищення кількості бактерій та вірусів, сприяючи

поліпшенню якості довкілля. В автомобільній та аерокосмічній промисловості такі системи можуть застосовуватися для дезінфекції та забезпечення безпеки у внутрішній частині транспортних засобів та кабін пасажирських літаків.

У сонячній енергетиці системи контролю УФ можуть використовуватися для оптимізації роботи сонячних електростанцій, підвищення їхньої ефективності і збільшення терміну служби сонячних панелей. Такі системи можуть застосовуватись для вимірювання інтенсивності сонячного випромінювання, включаючи УФ-випромінювання, що потрапляє на сонячні панелі. Це дозволяє оцінити загальну енергію, яку отримують сонячні батареї, і визначити їхню продуктивність. Також можна оцінити потенційне зниження продуктивності сонячних панелей внаслідок накопичення пилу, забруднення або інших факторів. Це може допомогти операторам сонячних електростанцій вчасно реагувати на можливі проблеми.

Крім того системи контролю інтенсивності УФ застосовуються в наукових дослідженнях та космічних місіях для вивчення впливу УФ-випромінювання на різні матеріали та живі організми. Зокрема, УФВ може впливати на біологічні об'єкти, такі як тварини, рослини та мікроорганізми. Системи контролю інтенсивності УФ дозволяють вченим визначати оптимальні умови для росту і розвитку різних видів організмів, а також вивчати вплив УФ на їхні фізіологічні процеси. Також системи контролю дозволяють визначити ефективність захисних засобів від УФ, таких як сонцезахисні креми, одяг та інші матеріали.

Ультрафіолетове випромінювання є потенційно небезпечним. Воно асоціюється з ризиком розвитку онкологічних захворювань та інших негативних наслідків за умови регулярного та тривалого впливу на організм. Системи контролю УФ-випромінювання відіграють важливу роль для уникнення цих негативних наслідків. Вони можуть використовуватись для моніторингу рівня УФ-випромінювання в навколишньому середовищі, що важливо для здоров'я людей. Вони допомагають оцінити ризик ультрафіолетового опромінення та приймати заходи для захисту від негативних впливів.

Результати аналізу підкреслюють універсальність та значущість систем контролю інтенсивності УФВ в різних сферах, що робить їх важливим компонентом для управління ризиками та підвищення ефективності в різних галузях.

1.2. Сучасний стан наукових досліджень у сфері моніторингу інтенсивності УФ-випромінювання

Дослідження в галузі моніторингу інтенсивності УФ-випромінювання спрямовані на розуміння впливу цього виду випромінювання на довкілля та здоров'я людини, а також на розробку нових технологій та методів вимірювань.

Основні напрямки досліджень включають розробку та вдосконалення засобів моніторингу УФ в зовнішньому середовищі, таких як сучасні ультрафіолетові давачі та розподілені сенсорні мережі для реалізації вимірювань на великих площах. Вивчення можливостей використання УФ-випромінювання в медичних застосуваннях, таких як терапія УФ-випромінюванням для лікування різних захворювань. Врахування рівня інтенсивності УФВ в кліматичних моделях для точного прогнозування його впливу на зміни клімату та екологічні процеси.

Стаття [2] присвячена аналізу можливостей смартфонів у виявленні УФ-випромінювання та їх потенціалу для застосування в дослідженнях та освітніх цілях. Зауважується, що надмірний вплив УФ-випромінювання може бути шкідливим для здоров'я, тоді як обмежена дія випромінювання є необхідною для деяких біологічних функцій організму. Автори презентують чотири основних методи виявлення або передбачення УФ-випромінювання з використанням смартфонів, включаючи програми для прогнозування УФ-індексу (УФІ) та використання сенсорів смартфонів для виявлення УФ-випромінювання. Останній метод є активним напрямком досліджень. Стаття розглядає можливості та обмеження, пов'язані з використанням смартфонів для моніторингу УФ-випромінювання. Зазначається, що смартфони можуть слугувати інтерактивним інструментом для інформування громадськості про вплив та індивідуальний

моніторинг інтенсивності УФВ. Автори показують, що смартфони відкривають численні можливості в різних формах для навчання користувачів особистому здоров'ю з урахуванням впливу УФ-випромінювання.

У статті [3] представлена система моніторингу, попередження і прогнозування рівня УФВ (рис. 1.1).

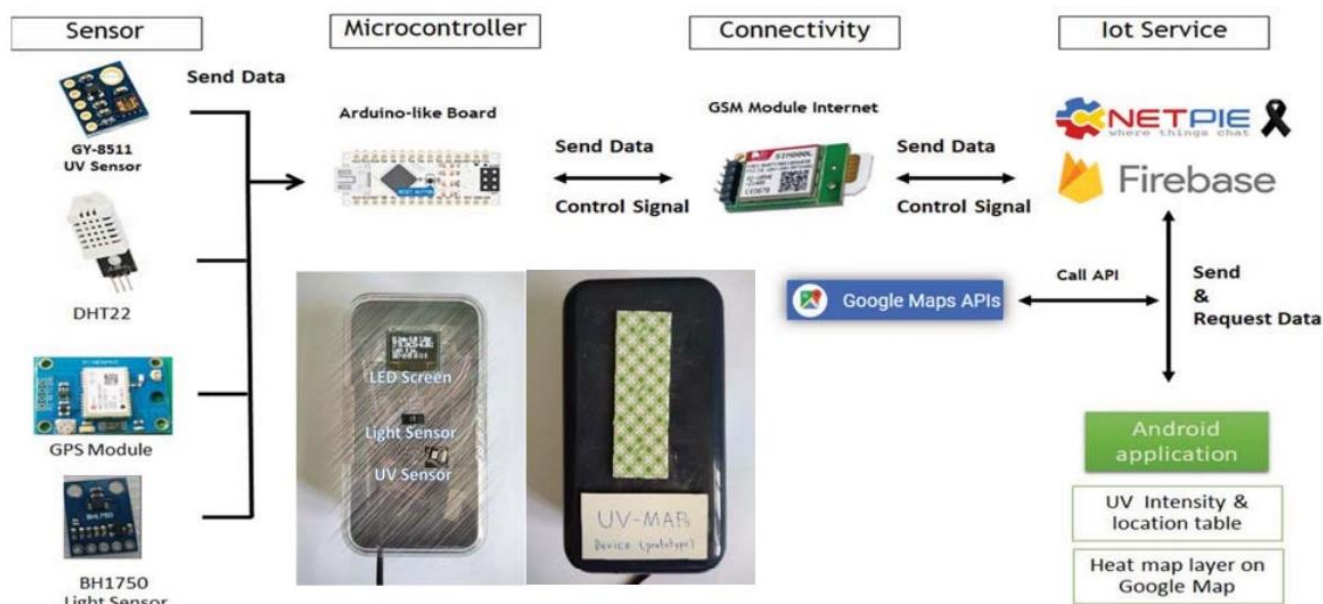


Рис. 1.1. Система моніторингу, попередження і прогнозування УФВ [3]

Основна мета системи – вимірювання UV-індексу, відображення теплової карти УФІ, видача сигналу про наявність ризику або впливу УФ-випромінювання навколо користувача, прогнозування UV-індексу та відображення інтенсивності УФ у мобільному додатку. У статті описано процес збору даних з датчиків, таких як інтенсивність УФ-випромінювання (ІУФВ), температура, вологість та місцезнаходження. З цих даних створюється теплова карта УФІ, а майбутні значення UV-індексу передбачаються за допомогою лінійної регресії. Результати експерименту показали, що передбачений UV-індекс дуже схожий на індекс, який передбачено на відомому веб-сайті. Теплова карта точно відображає УФІ. Зібрані дані використовуються для навчання та тестування моделі прогнозування. Крім того, мобільний додаток може видавати сигнали, коли користувачі знаходяться в зоні високого ризику за індексом УФВ. Запропонована система може надавати

реальні дані вимірювання для прогнозування та попередження про рівень УФВ. Дані, зібрані за допомогою давачів, використовуються для навчання моделі передбачення за допомогою лінійної регресії. Система може надавати корисні поради та попередження користувачам, такі як рекомендації щодо захисту від УФВ та нагадування щодо використання сонцезахисного крему та окулярів.

Автори статті [4, 5] розробили бездротовий та портативний вбудований пристрій для персоналізованого моніторингу УФВ. Такий пристрій може відігравати фундаментальну роль у попередженні раку шкіри, забезпечуючи вимірювання інтенсивності УФВ та надаючи відповідні рекомендації. Автори описують процес розробки та початкової валідації бездротового та портативного вбудованого пристрою для персоналізованого моніторингу УФ на основі новаторської програмної архітектури, високоякісного УФ-давача та звичайного смартфона (рис. 1.2).

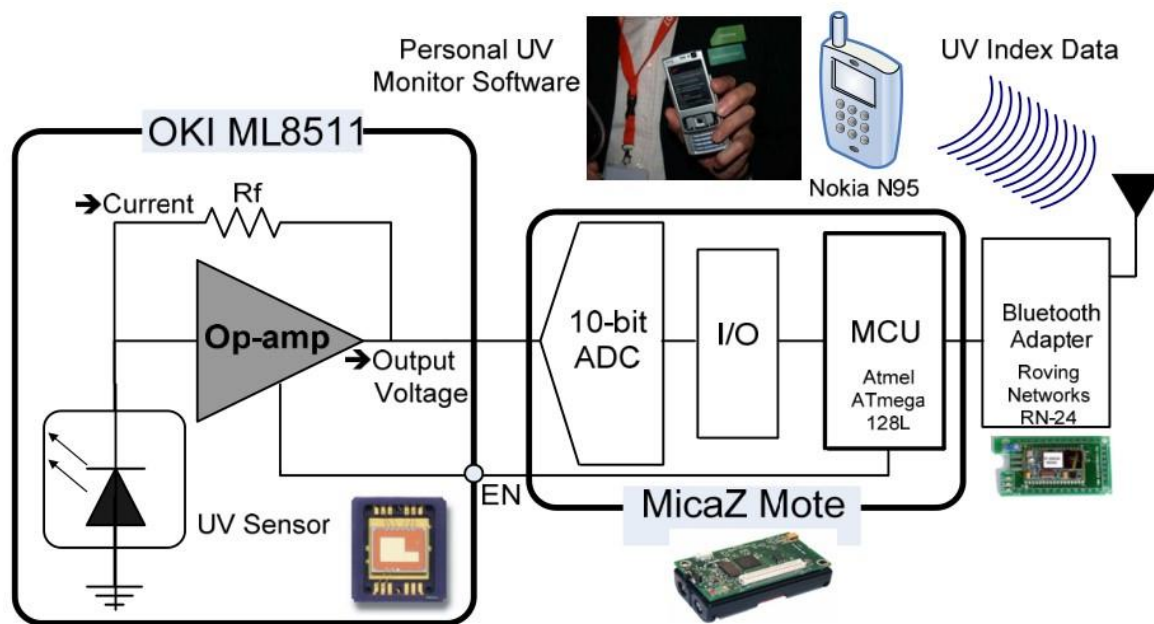


Рис. 1.2. Пристрій для персоналізованого моніторингу УФВ

Протягом короткострокових застосувань пристрій, обчислюючи УФІ, інформує користувачів про максимальний рекомендований час перебування на сонці, враховуючи їх тип шкіри та фактор захисного засобу від сонця, який вони використовують. Щодо довгострокових застосувань, через те що пошкодження,

спричинене УФ-світлом, накопичується протягом декількох днів, пристрій відображає кількість отриманого УФ впродовж певного періоду часу, від одного дня до місяця. Використання УФ-сенсора OKI ML8511 дозволяє реалізувати персоналізований моніторинг УФ в реальному часі. Завдяки компактності та точності системи, вона виявилася життєздатним комерційним продуктом. Пропонований пристрій дозволяє користувачам вбудовувати функції УФ-сенсора в різноманітні портативні пристрої, надаючи можливість перевірки рівня УФВ в будь-якому місці.

Стаття [6] присвячена поліпшенню процесу УФ дезінфекції води та кращому розумінню впливу шкідливих ефектів УФВ на молекулу ДНК. У статті описана надійна біологічна система моніторингу, в якій запропонований новий універсальний метод оцінки ефектів прямого УФ-випромінювання на ДНК для визначення потенціалу бактерій подолати летальні ефекти УФ за допомогою фотореактивації та відновлення. Зазначається, що ризик громадського здоров'я від бактеріальних інфекцій залежить не тільки від кількості мікроорганізмів-забрудників у воді, але і від їхньої здатності виживати в обробленому середовищі та утримувати свою вірулентність. Підкреслюється, що процес дезінфекції повинен бути ефективним, а надійні методи, мають бути розроблені для порівняння виживання бактерій перед та після дезінфекції та вивчення інфекційності та вірулентності мікроорганізмів, оброблених УФ-світлом (неперервним УФ-випромінюванням або імпульсним УФ-світлом).

У статті [7] представлено персоналізовану бездротову портативну систему для отримання інформації про стан довкілля (рис. 1.3). Отримання енергії від тіла (наприклад, кінетична енергія, тепло) є перспективним рішенням для забезпечення роботи системи без батареї, що підвищує портативність. У статті розроблено прототип персоналізованої бездротової системи для вимірювання інтенсивності УФВ, яка живиться тепловою енергією тіла людини за допомогою термоелектричного збору енергії. Визначено та вирішено проблеми, спричинені динамічною генерацією напруги, швидкісним процесом заряджання акумуляторів та системами постачання енергії низької інтенсивності. Експериментальні

результати показують, що ця система може жити мікроконтролер та сенсори, забезпечуючи бездротову передачу даних. Термоелектричний генератор із тепловим радіатором може забезпечувати стабільну напругу заряджання протягом 30-120 хвилин.

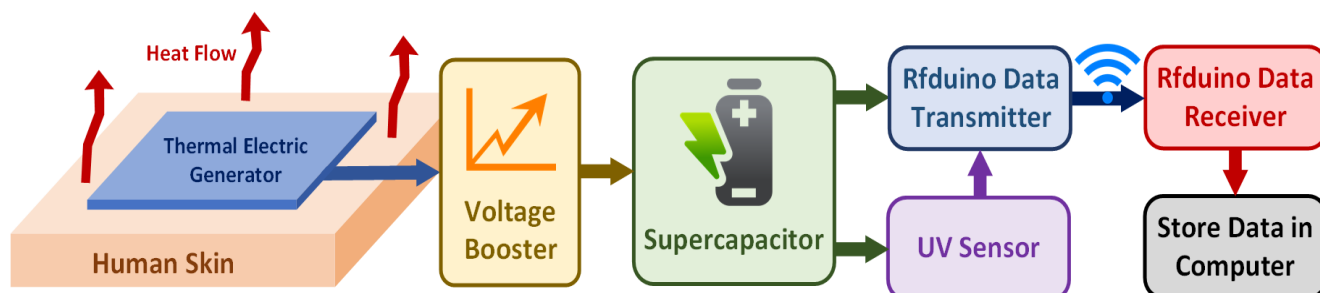


Рис. 1.3. Портативна система для отримання інформації про стан оточуючого середовища

Дане дослідження об'єднує всі елементи для сенсорів, які працюють від енергії людини для моніторингу оточуючого середовища, зокрема рівня УФВ, та характеризує поведінку системи від вироблення енергії до збору даних від датчиків.

У [8] розглядається можливість використання УФВ для санітаризації відділення для пацієнтів автопарку швидкої допомоги. Основна мета проекту – мінімізувати поширення шкідливих мікроорганізмів, включаючи вірус SARS-CoV-2 та стійкі патогени, зокрема в контексті пандемії COVID-19. Система обладнана лампами УФВ, які активуються, коли кабіна автомобіля пацієнта порожня, та санітаризують середовище менше, ніж за п'ятнадцять хвилин. Система використовує сенсор озону, який постійно моніторить концентрацію газу, забезпечуючи, що вона не перевищує порогового значення, шкідливого для здоров'я пацієнтів. Інформація про санітаризаційні операції записується та моніториться в реальному часі через веб-застосунок. Результати експериментів підтвердили ефективність цієї системи у зниженні розповсюдження вірусу SARS-CoV-2 та стійких бактерій. Вказується, що ця система може забезпечити швидкі, ефективні та сталі санітаризаційні процедури для кабіни автомобіля швидкої допомоги. Система успішно пройшла випробування на ефективність. Легкість

використання та короткий час опромінювання роблять систему сумісною з щоденною експлуатацією, включаючи періодичні перерви в роботі (наприклад, трансфер пацієнта, очікування після вивезення пацієнта). Автоматичний запис процесу санітаризації дозволяє менеджеру відділення швидкої допомоги в реальному часі контролювати рівень УФВ та отримувати інформацію для виконання адміністративних обов'язків.

Стаття [9] розглядає важливість використання інтернету речей (IoT) для контролю за станом природи в умовах глобальних змін клімату. Автори стверджують, що розумні пристрої, об'єднані в глобальну мережу, можуть надати інформацію про екосистему та допомагати вирішувати завдання з збереження навколишнього середовища. Запропоновані методи використання бездротових технологій IoT, зокрема давачів, для моніторингу та аналізу змін клімату, стану атмосфери, води та інших параметрів. Особлива увага приділяється персональним екологічним давачам та мобільним додаткам, які дозволяють отримувати дані про якість повітря, температуру, вологість, вміст CO₂, інтенсивність УФВ та інші показники. У статті висвітлено технічні труднощі, такі як різні протоколи роботи пристроїв та недосконалість бездротової інфраструктури, які гальмують масове впровадження IoT-систем для екомоніторингу. Автори наголошують на перевагах застосування IoT для моніторингу довкілля, таких як можливість вчасного реагування на екологічні ризики та підвищення точності даних завдяки краудсорсингу.

Тенденції розвитку методів вимірювання УФВ визначають напрямки, які відображають сучасний рівень технологій та наукових досліджень у даній області. Однією з основних тенденцій є постійне вдосконалення точності та чутливості засобів вимірювань, спрямоване на забезпечення найвищої якості даних. Розвиток спектральних методів дозволяє детальніше аналізувати різні діапазони УФ-променів та розширювати їхні можливості застосування.

Іншою тенденцією є використання новітніх технологій для впровадження бездротових та віддалених методів збору та передачі даних. Це сприяє підвищенню мобільності та зручності в експлуатації систем вимірювання.

Зростання інтересу до IoT та збільшення обчислювальної потужності дозволяють впроваджувати більш складні алгоритми обробки даних і вдосконалювати автоматизовані системи контролю. Також варто відзначити тенденцію до створення компактних та енергоефективних пристроїв, що мають значний потенціал для використання у переносних та портативних системах.

Огляд інших існуючих засобів, які створені на основі інноваційних підходів, допомагає визначити найбільш перспективні напрямки для розвитку систем контролю інтенсивності УФВ. Аналіз їхніх переваг і обмежень сприятиме вдосконаленню та ефективному впровадженню нових методів у практику. Розуміння цих тенденцій дозволяє прогнозувати та враховувати перспективи розвитку методів вимірювання УФВ та адаптувати їх до вимог сучасного технічного прогресу.

1.3. Огляд існуючих засобів контролю інтенсивності УФВ

Аналіз існуючих засобів для контролю інтенсивності УФВ спрямований на оцінку ефективності та технічних характеристик доступних рішень у цій області. Різноманітні технічні засоби були розроблені та впроваджені в різних сферах, що вимагають контролю за УФ-випромінюванням, такими як медицина, косметологія, екологія та інші.

Одним із розглянутих засобів є УФ-дозиметри, призначені для точного вимірювання отриманої дози УФ-випромінювання. Вони використовують різноманітні сенсори та чутливі елементи, що дозволяють вимірювати як інтенсивність, так і тривалість опромінення УФ. Дозиметри представляють собою засоби для вимірювання всієї дози УФВ, що надходить впродовж певного періоду. Вони здатні надавати інформацію не лише про інтенсивність, але й про загальну енергію, яку отримав об'єкт під впливом УФ-променів.

Спектрометри, які застосовуються для аналізу спектрального складу УФ-випромінювання, надають можливість визначити характеристики випромінювання

з точністю, необхідною для більш глибокого розуміння впливу на середовище та організми.

Електронні датчі УФВ забезпечують вимірювання з високою чутливістю та можуть використовуватись для реалізації систем дистанційного контролю. Датчі УФ-випромінювання зазвичай вимірюють інтенсивність променів у певному діапазоні довжин, що дозволяє здійснювати точні вимірювання відповідно до спектральних характеристик.

Разом із тим, на ринку існують також інтегровані системи контролю, які об'єднують декілька засобів вимірювання та аналізу. Ці системи можуть включати сучасні технології збору та передачі даних, а також аналітичні можливості для обробки інформації та виведення результатів.

UVAB TM-223 – це компактний люксметр, спеціально розроблений для вимірювання інтенсивності УФВ [10]. Пристрій використовується для контролю і оцінки навколишнього середовища в різних місцях, таких як пляжі, вулиці, солярії, а також для лабораторно-дослідницьких потреб тощо (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Вимірювач інтенсивності УФВ UVAB TM-223 [10]

Прилад має LCD дисплей, можливість утримання результату на екрані, індикацію при перевищенні робочого діапазону та сумісність з різними джерелами

УФВ. Що стосується технічних характеристик, прилад забезпечує точність $\pm 5\%$ у всьому діапазоні вимірювання, час реакції 0,5 секунди і високу тривалість автономної роботи. Незважаючи на свої переваги, такі як компактність і можливість використання в різних умовах, деякі недоліки прилад також має. Наприклад, його низька точність є обмежуючим фактором для вимірювань, які вимагають підвищеної точності та надійності.

LUTRON UVC-254A – це портативний вимірювач інтенсивності УФВ, призначений для вимірювання освітленості та інтенсивності випромінювання в діапазоні 210-290 нм (рис. 1.5). Маленькі розміри приладу роблять його легким та мобільним [11].



Рис. 1.5. Вимірювач інтенсивності УФВ LUTRON UVC-254A [11]

Прилад обладнаний великим РК-дисплеєм, що забезпечує чітке відображення вимірюваних значень. Давач УФВ містить корекційний фільтр, який дозволяє

отримувати точні результати. Прилад має функцію утримання показів на дисплеї, а також автоматичне вимкнення живлення, що збільшує час автономної роботи. Можливість збереження мінімальних і максимальних значень дозволяє зручно відстежувати результати вимірювань. Однак, цей вимірювач має свої недоліки, серед яких висока ціна. Це може виявитися значним обмеженням для потенційних користувачів, особливо для тих, хто шукає більш доступні аналоги на ринку.

DELTA HD2302.0 – це сучасний портативний вимірювач інтенсивності УФВ в діапазоні спектру 210-290 нм (рис. 1.6) [12].



Рис. 1.6. Портативний вимірювач інтенсивності УФВ HD2302.0 [12]

Пристрій має зручний дизайн та міцний корпус обладнаний гумовими вставками, великий РК дисплей. Цей вимірювач інтенсивності УФВ використовується для виявлення перевищень норм УФ випромінювання, а також

для проведення наукових і лабораторних досліджень. Незважаючи на свої переваги, такі як ергономіка та висока якість дисплею, деякі недоліки прилад також має. Зокрема, існує ймовірність виникнення технічних неполадок та висока вартість пристрою.

Огляд існуючих засобів дозволив визначити їх особливості, а також виявити можливості для удосконалення та розробки нових підходів у створенні систем контролю інтенсивності УФВ.

1.4. Висновки до розділу 1

В процесі аналізу сфери використання систем контролю інтенсивності УФВ було розглянуто широкий спектр застосувань, включаючи медицину, науку, екологію та сферу виробництва.

Аналіз наукових досліджень у сфері моніторингу інтенсивності УФВ дозволив визначити актуальні проблеми та виявити перспективи подальших досліджень. Значна увага приділяється розробці ефективних методів та засобів вимірювання.

Огляд сучасних засобів контролю інтенсивності УФВ дозволив визначити переваги та недоліки різних підходів та технологій. Цей аналіз буде корисним для розробки нової системи.

РОЗДІЛ 2
МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ВІДДАЛЕНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ
УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

2.1. Види та характеристики УФ випромінювання

2.1.1. Ультрафіолетове випромінювання, яке часто позначається як УФ або UV, є формою електромагнітного випромінювання, що охоплює діапазон хвиль довжиною 100 до 400 нанометрів в оптичному спектрі електромагнітних коливань. Цей діапазон розташований між рентгенівським і видимим випромінюванням. Різні типи ультрафіолетового випромінювання подані в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Типи ультрафіолетового випромінювання

Назва	Абревіатура	Довжина хвилі, нм	Кількість енергії на фотон, еВ
Близький	NUV	400-300	3,10-4,13
Середній	MUV	300-200	4,13-6,20
Далекий	FUV	200-122	6,20-10,2
Екстремальний	EUV, XUV	121-10	10,2-124
Вакуумний	VUV	200-10	6,20-124
Ультрафіолет А, довгохвильовий діапазон, чорне світло	UVA	400-315	3,10-3,94
Ультрафіолет В (середній діапазон)	UVB	315-280	3,94-4,43
Ультрафіолет С, короткохвильовий, герміцидний діапазон	UVC	280-100	4,43-12,4

УФВ утворюється не лише від сонячного світла. Його виникненню сприяють також промислові процеси, такі як плавлення металів, електрозварювальні процеси. Відповідно до основних реакцій, які спостерігаються при взаємодії УФВ та біологічних об'єктів, зазначений діапазон зазвичай розділяється на три піддіапазони UVA, UVB, UVC (рис. 2.1).

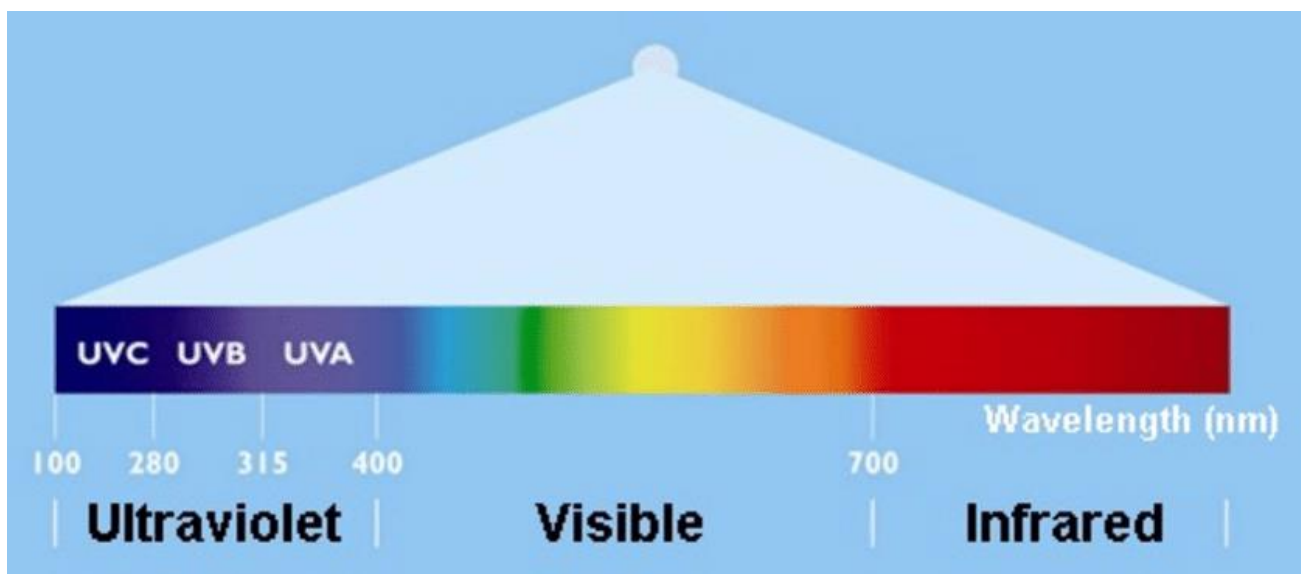


Рис. 2.1. Діапазони УФВ

2.1.2. Індекс УФ-випромінювання – це числовий показник, який визначає інтенсивність УФВ в сонячному випромінюванні, що досягає земної поверхні. Він використовується для оцінки потенційного ризику для здоров'я людини.

Зазвичай індекс УФ має числове значення, яке вказує на ступінь загрози, яку може представляти УФВ. Збільшення значення індексу свідчить про збільшення інтенсивності УФВ (рис. 2.2).

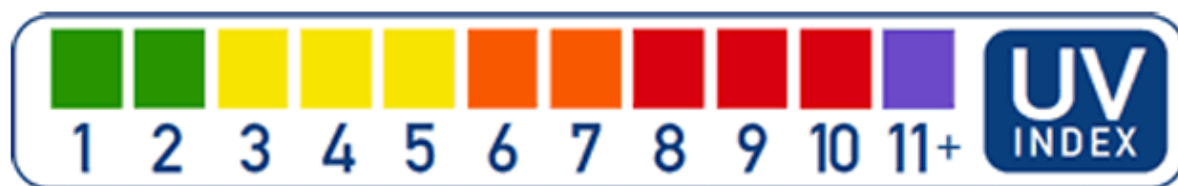


Рис. 2.2. Шкала індексу УФ

Індекс УФ стандартизований ВООЗ і вказує на спрощений рівень УФ-впливу. Індекс УФ поділяється на категорії, які відображають рівень ризику для здоров'я та необхідність вжиття заходів щодо захисту від УФВ (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Категорії індексу УФ

Цей індекс є корисним для громадськості, оскільки він допомагає людям визначати, наскільки потужне УФ-випромінювання у певний час, та вживати відповідних заходів щодо захисту від сонця, таких як використання сонцезахисних засобів, одягання захисного одягу та обмеження тривалості перебування на сонці.

2.2. Вплив ультрафіолетового випромінювання

2.2.1. Ультрафіолетове випромінювання, яке є частиною електромагнітного спектру сонячного випромінювання, має значущий вплив на живі організми та навколишнє середовище. Розуміння впливу УФВ на різні аспекти природи та життя є ключовим для розробки ефективних методів контролю та захисту від його негативних наслідків.

УФВ взаємодіє з атмосферою Землі, сприяючи утворенню озонового шару. Зміни в рівнях УФ можуть впливати на атмосферні процеси та клімат. УФ-випромінювання впливає на фотосинтез та ріст рослин. Високі рівні УФ можуть призводити до стресу рослин, що впливає на їхні фізіологічні процеси та продуктивність.

Користь УФВ подібно до природного сонячного випромінювання зумовлюється генерацією світлового потоку, що впливає на рослини та біологічні клітини. Дослідникам відомо, що лише кілька видів бактерій можуть існувати без цього виду випромінювання, тоді як інші організми, які позбавлені УФВ, приречені на загибель.

Біологічні ефекти УФ випромінювання у трьох основних спектральних областях сильно відрізняються. UVB-промені долають лише епідерміс, в той час як UVA-промені, завдяки їхній більшій довжині хвилі, можуть проникати в дерму, оскільки озон слабо поглинає цю частину ультрафіолетового спектра (рис. 2.4).

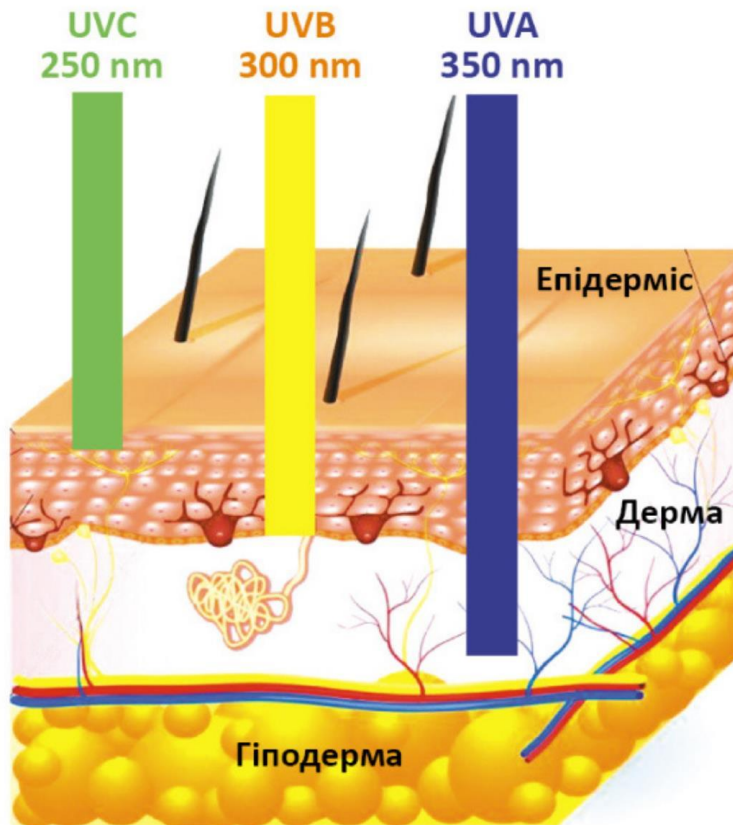


Рис. 2.4. Прохідність ультрафіолету через шкіру людини

УФВ може суттєво впливати на процеси обміну речовин. Воно сприяє підвищенню синтезу мелатоніну та серотоніну, позитивно впливаючи на ендокринну та центральну нервову системи. Ультрафіолет також сприяє виробленню вітаміну D, який важливий для засвоєння кальцію та запобігання розвитку рахіту та остеопорозу [13].

2.2.2. УФВ володіє здатністю знищувати грибки та інші мікроорганізми, які присутні на предметах, стінах, підлозі, стелі та в повітрі. Такі бактерицидні властивості УФВ широко використовуються в галузі медицини, де їх застосування є необхідним. Спеціальні лампи, що генерують ультрафіолетове світло, забезпечують стерильність приміщень. Однак фахівці використовують УФ бактерицидне випромінювання не лише для боротьби з різноманітними мікроорганізмами в лікарнях, але і як метод лікування різних захворювань. Останнім часом ультрафіолетове світло все більше використовується для дезінфекції повітря.

УФ-випромінювачі розміщуються у місцях з великою концентрацією людей: супермаркетах, аеропортах та залізничних станціях. Застосування УФВ впливає на мікроорганізми, що дозволяє забезпечити найвищий рівень дезінфекції приміщення, досягаючи ефективності до 99,9% [13]. ДНК бактерій є найважливішою мішенню для бактерицидних ультрафіолетових променів, за нею слідує ДНК, що містить ДНК-віруси, РНК, що містить РНК-віруси, і грибова ДНК [14].

УФВ є формою випромінювання без іонізації. Живі мікробні клітини реагують по-різному на УФВ залежно від довжини хвиль. Спектр дії, що визначається як залежність ефективності стерилізації від довжини хвиль, показує, що ефект стерилізації спостерігається у вузькому діапазоні 230–300 нм, що становить приблизно одну четверту від усього ультрафіолетового діапазону (рис. 2.5).

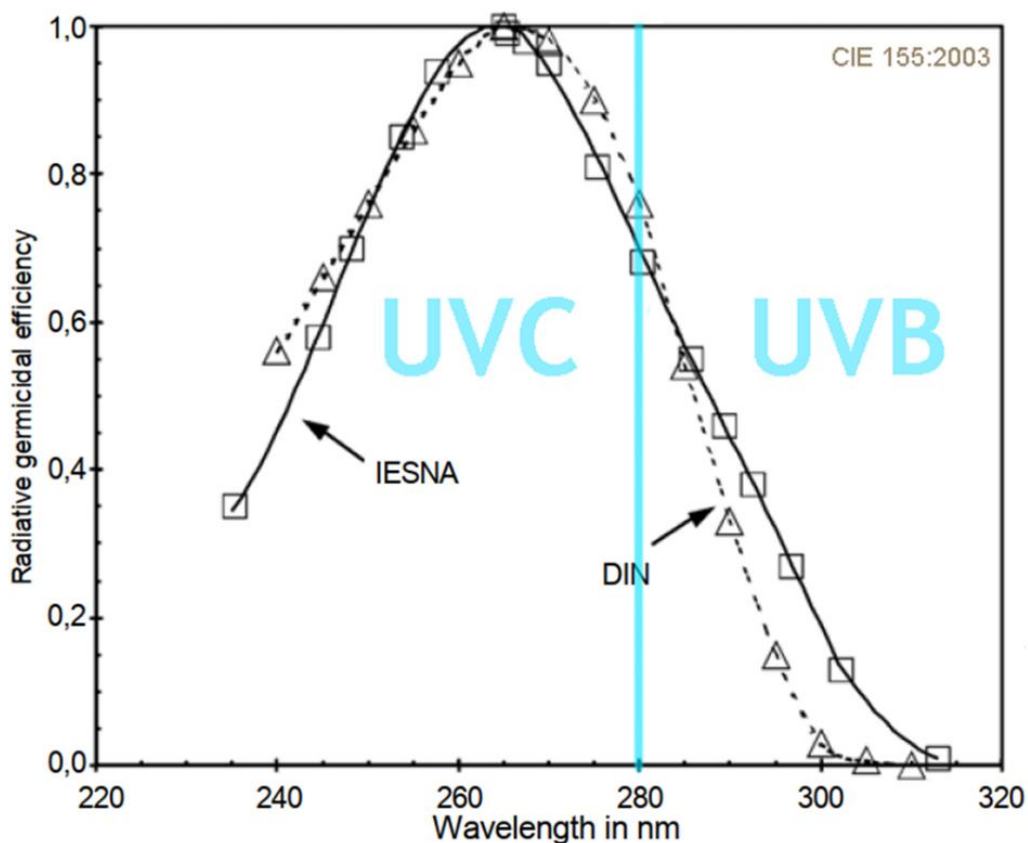


Рис. 2.5. Криві ефекту стерилізації УФВ

Бактерії та віруси у активному стані виявляють більшу чутливість до впливу УФВ, у той час як грибки та інші мікроорганізми проявляють меншу чутливість. Бактерії у формі спор демонструють найбільшу стійкість до цього виду випромінювання.

2.2.3. Шкідливим є сильне УФВ, яке небезпечно для живих організмів. Воно поглинається стратосферним озоновим шаром і не досягає поверхні планети. Однак промені з середнього діапазону, які долають шар озону та досягають земної поверхні, можуть призвести до наступних негативних наслідків для здоров'я:

- меланома, яка представляє собою рак шкіри;
- катаракта, яка впливає на кришталик ока і може спричинити втрату зору;
- УФ еритема, що проявляється важкими опіками шкіри.

Варто зазначити також, що УФ-випромінювання має мутагенний ефект, здатний пошкодити імунну систему та спричинити розвиток ракових захворювань.

УФВ може впливати на різноманітні екосистеми. Водні організми, зокрема фітопланктон та зоопланктон, можуть бути чутливими до змін у рівнях УФ-випромінювання. Збільшення рівня УФ може мати наслідки для морських та прісноводних екосистем. УФВ може спричиняти руйнування та зміни властивостей матеріалів. Наприклад, воно може спричиняти вигорання та розпад полімерних матеріалів, що використовуються у зовнішніх конструкціях.

2.3. Класифікація детекторів УФ-випромінювання

2.3.1. Детектори ультрафіолету поділяються на два основні типи: фотонні детектори, відомі також як фотодетектори, і термодетектори. У фотонних детекторах фотони, які поглинаються матеріалом чутливого елемента, при взаємодії з електронами, змінюють його електричні властивості, що відображається в вихідному електричному сигналі (рис. 2.6).

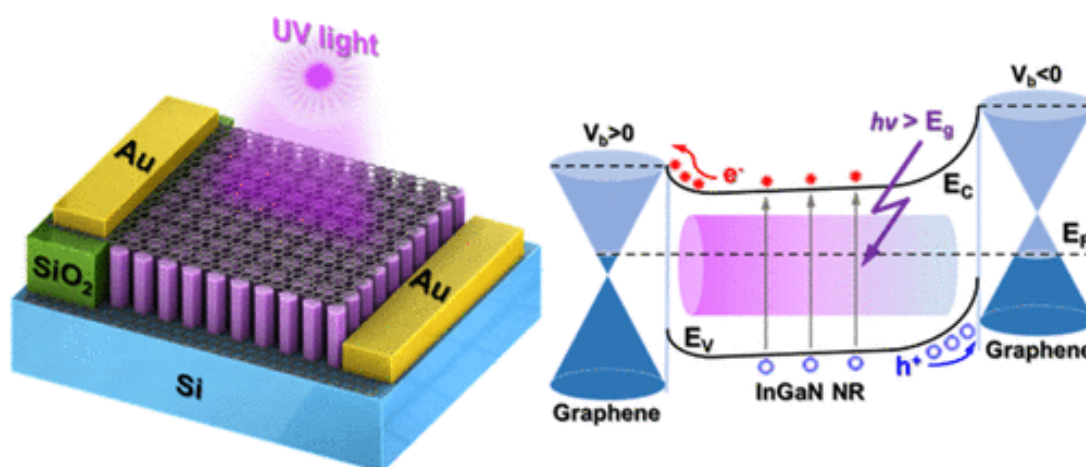


Рис. 2.6. Принцип дії фотодетекторів УФ

У термодетекторах поглинання фотонів призводить до підвищення температури і зміни теплових характеристик детектора. Так, у піроелектричних детекторах вимірюється зміна внутрішньої електронної поляризації, а в болометрах – зміна електричного опору і так далі. Фотодетектори, завдяки своїй зазвичай кращій чутливості, широко використовуються в приладах, тоді як термодетектори переважно застосовуються для еталонних вимірювань.

Фотодетектори ультрафіолету (ФДУ) також поділяються на дві категорії [14]: фотографічні та фотоелектронні. Фотоплівки та інші фотоматеріали можуть зафіксувати значну кількість інформації при одноразовому використанні, проте мають важливі недоліки, такі як низька та нелінійна чутливість, обмежений динамічний діапазон, відсутність можливості фільтрації фону та надмірне паразитне освітлення емульсії. Тому, в сучасних приладах рідко використовуються ці датчики. ФДУ поділяються на три основні класи: фотоемісійні, напівпровідникові, та надпровідні. Ці різновиди УФД можуть поєднуватись в гібридних пристроях, наприклад, коли фотоемісійні електрони реєструються під час їх впливу на напівпровідникову матрицю.

У фотоемісійних детекторах фотон, що падає, вибиває електрон з поверхні фотокатода, який, під впливом електричного поля, рухається у вакуумі, направляючись до анода. Згенерований електричний струм є пропорційним до кількості фотоелектронів. Він відображає інтенсивність падаючого випромінювання (рис. 2.7).

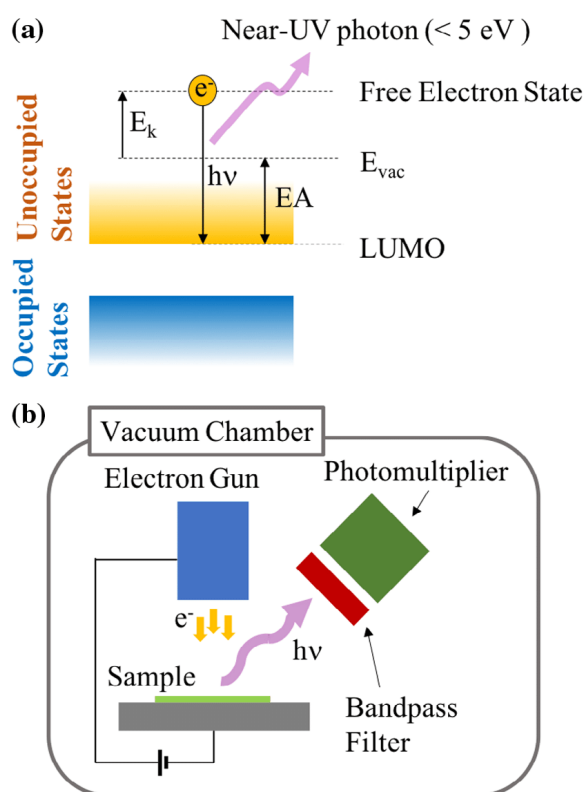


Рис. 2.7. Принцип дії фотоемісійних детекторів УФ

Перевагами цього типу детектора є підвищена чутливість і зручність у використанні, але він має і свої недоліки – залежність ефективності від чистоти та якості поверхні.

Напівпровідникові детектори використовують внутрішній фотоефект, де енергія фотона повинна бути достатньою, щоб фотоелектрон подолав заборонену зону і перейшов в зону провідності (рис. 2.8).

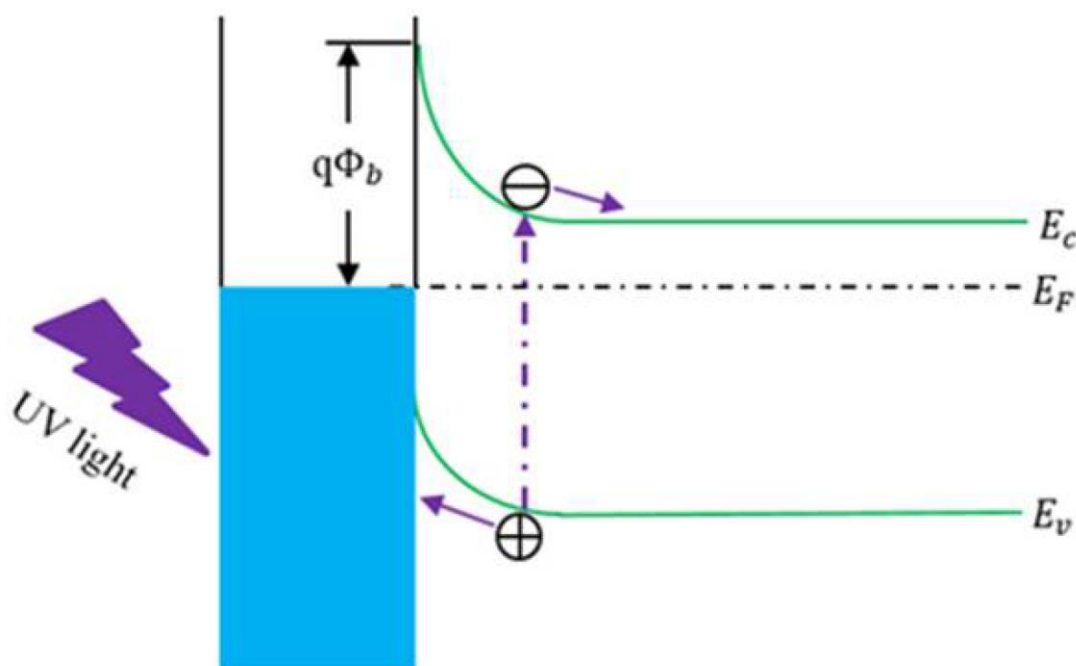


Рис. 2.8. Принцип дії напівпровідникових фотодетекторів УФ

Зовнішній фотострум детектора пропорційний кількості детектованих фотонів. Перевагами напівпровідникового детектора є висока квантова ефективність, хороша лінійність, широкий робочий і динамічний діапазон та можливість виготовлення великих фотоматриць; але йому притаманний недолік – ефект старіння під дією УФВ.

Надпровідні УФД, по суті, є термодетекторами, принцип дії яких базується на зміні фізичного стану речовини при збільшенні внутрішньої енергії матеріалу через поглиблення ультрафіолетових фотонів (рис. 2.9).

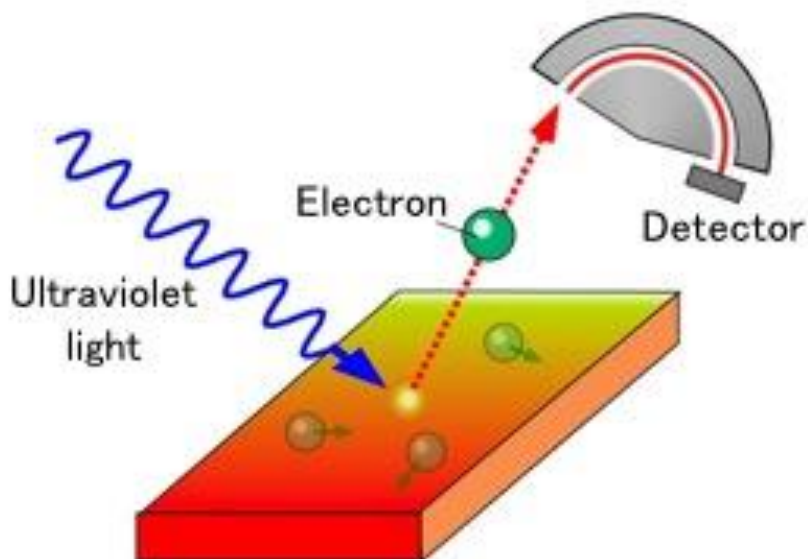


Рис. 2.9. Принцип дії надпровідних УФД

2.4. Аналіз методів вимірювання ультрафіолетового випромінювання

Аналіз сучасних методів вимірювання УФ-випромінювання включає огляд можливостей їхнього застосування для реалізації проектованої системи.

2.4.1. Один з популярних методів – спектральний аналіз, дозволяє розкрити діапазон УФВ та визначити його складові. Даний підхід забезпечує високу точність та дозволяє врахувати вплив різних довжин хвиль на організми та матеріали.

Суть методу спектрального аналізу УФ випромінювання полягає в розборі світла на його складові частини за частотою чи довжиною хвилі. У випадку УФ-випромінювання, цей метод дозволяє розділити світловий спектр на різні діапазони ультрафіолету залежно від довжини хвилі. Спектральний аналіз дозволяє розрізняти різні діапазони ультрафіолетового випромінювання. Вимірювачі, які використовують спектральний аналіз, можуть точно визначити довжину хвилі УФ-випромінювання (рис. 2.10). Це важливо, оскільки різні діапазони можуть мати різний вплив на біологічні та хімічні процеси. Спектральний аналіз дозволяє охоплювати широкий діапазон довжин, враховуючи різні типи УФ-випромінювання. Це забезпечує повноту інформації про склад УФ спектра. Метод

має високу роздільну здатність, що дозволяє точно визначати інтенсивність УФ в певних діапазонах.

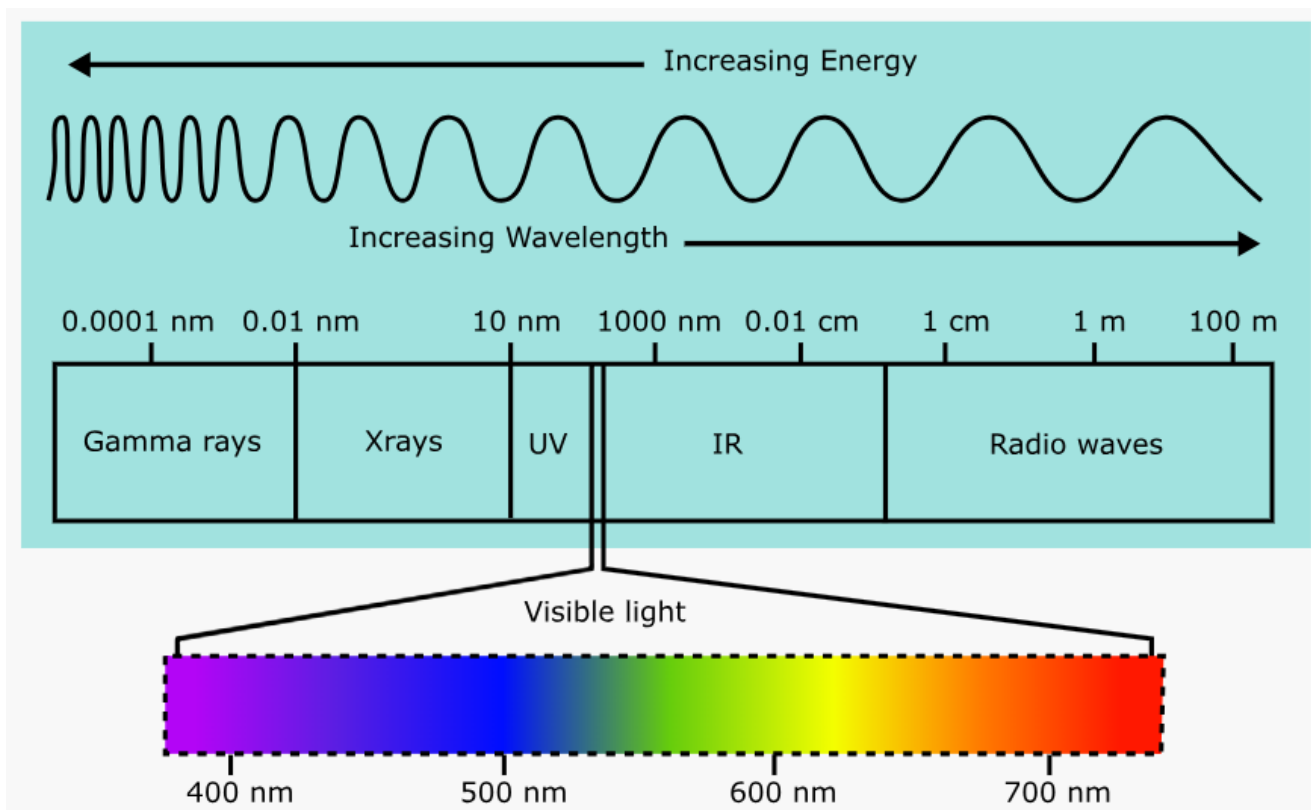


Рис. 2.10. Метод спектрального аналізу УФВ

До переваг цього методу можна віднести те, що спектральний аналіз дозволяє проводити точні та кількісні вимірювання інтенсивності УФ в різних діапазонах. Метод дозволяє ідентифікувати джерела УФВ та визначати їх характеристики. Спектральний аналіз може застосовуватись для вивчення взаємодії УФ з різними матеріалами та середовищем.

Однак метод спектрального аналізу має певні недоліки. Зокрема, деякі спектральні аналізатори можуть бути складними і вимагати кваліфікованого обслуговування. Висока вартість спектральних аналізаторів може бути перешкодою для їх широкого застосування. Спектральний аналіз вимагає спеціалізованого обладнання та відповідних умов для вимірювань. Деякі зовнішні фактори, такі як пил, можуть впливати на точність вимірювань.

Загалом, спектральний аналіз УФВ є потужним методом для вимірювання інтенсивності та вивчення його впливу на біологічні системи, але вимагає спеціалізованого обладнання та експертного використання.

2.4.2. Дозиметричні методи вимірювання широко використовуються для визначення ефективної дози УФВ, яка може впливати на здоров'я людини та навколишнє середовище. Ці методи дозволяють враховувати тривалість та інтенсивність опромінення. Дозиметричний метод базується на використанні дозиметрів, які спеціально розроблені для оцінки об'єму або дози отриманого УФВ. Ці пристрої здатні накопичувати інформацію про дозу УФ-випромінювання, з якою вони зіштовхнулися впродовж певного часу.

Використання спеціалізованих дозиметрів дозволяє отримати неперервні та кумулятивні дані про отриману дозу УФ випромінювання протягом тривалого періоду. Дозиметри можуть оцінювати дозу в різних діапазонах УФ випромінювання, враховуючи його вплив на різні характеристики, такі як UVA, UVB та UVC. Дозиметри можуть бути портативними та мобільними, що дозволяє їх використання в різних умовах та локаціях. Багато дозиметрів здатні надавати дані швидко, що важливо для миттєвого контролю і реагування на зміни у рівнях УФ-випромінювання.

Перевагою такого методу є те, що дозиметри забезпечують неперервні та точні вимірювання дози УФВ протягом тривалого часу. Деякі дозиметри можуть бути невеликими та портативними, що спрощує їх використання в різних умовах. Здатність відстежувати дані в реальному часі дозволяє миттєво реагувати на зміни у рівнях УФ-випромінювання.

Недоліком дозиметричного методу є те, що деякі дозиметри вимагають періодичного калібрування та технічного обслуговування для забезпечення точності вимірювань. Погодні умови та зовнішні фактори, такі як забруднення, можуть впливати на точність дозиметричних вимірювань. Деякі високоточні та портативні дозиметри можуть бути вартісними. Загалом дозиметричний метод

вимірювання УФВ є ефективним і зручним способом для визначення дози, яку отримує організм внаслідок УФ-випромінювання.

2.5. Застосування технологій Інтернету речей для моніторингу інтенсивності УФ-випромінювання

В сучасному світі концепція Інтернету речей (IoT) широко застосовується в різних галузях. Технології IoT в контексті моніторингу інтенсивності УФВ можуть відкрити широкі можливості для збору даних, їх передачі та аналізу у реальному часі. Системи IoT, застосовані до контролю УФВ, можуть використовуватися для автоматизації процесу збору даних, надавати зв'язок між сенсорами та центральними серверами, а також вирішувати завдання моніторингу, аналізу та навіть прогнозування рівня УФ-випромінювання. Ці технології можуть забезпечити постійний доступ до даних, що сприяє оперативній реакції на зміни інтенсивності УФВ та вивченню його впливу на оточуюче середовище та здоров'я людини. При цьому важливо розглядати аспекти забезпечення безпеки під час збирання, передачі та зберігання цих даних у процесі використання IoT для моніторингу УФ-випромінювання.

У контексті систем дистанційного контролю інтенсивності УФВ, технології IoT дозволяють створювати високопродуктивні, автономні та взаємодіючі системи моніторингу. Сенсори, оснащені модулями IoT, можуть здійснювати постійний збір даних про рівень УФВ в реальному часі.

Впровадження IoT у системах контролю УФ-випромінювання дозволяє забезпечити віддалений доступ до даних, що є надзвичайно важливим у випадках, коли системи встановлені в віддалених або важкодоступних місцях. Завдяки цьому можливе швидке реагування на зміни в рівні УФ-випромінювання, що є ключовим для ефективного контролю та запобігання шкідливому впливу на здоров'я. Інтеграція IoT-технологій також сприяє автоматизації збору та обробки даних, що

дозволяє отримувати деталізовану інформацію про інтенсивність УФ-випромінювання на різних територіях та в різні періоди часу.

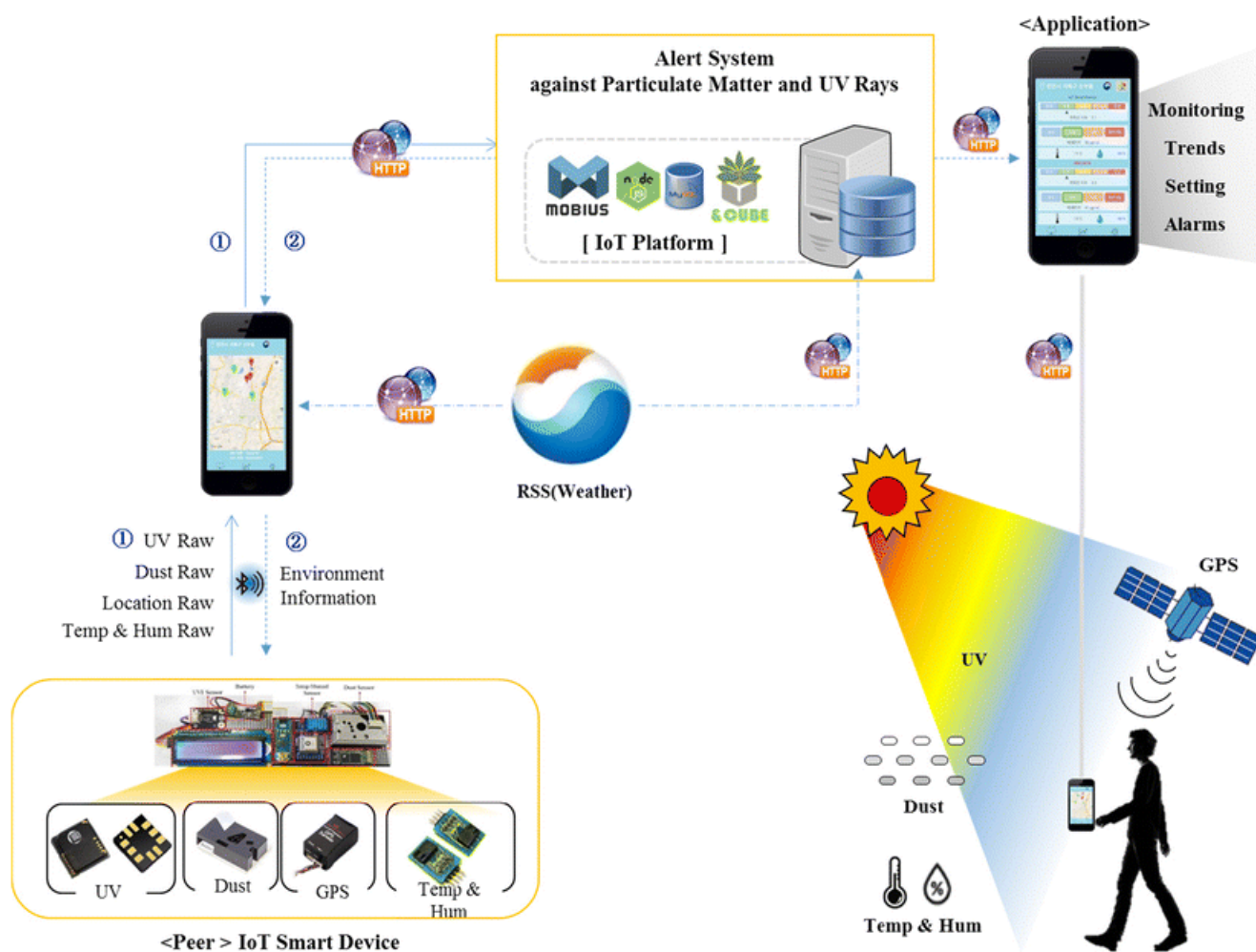


Рис. 2.11. Приклад застосування IoT для моніторингу інтенсивності УФВ

Застосування технологій IoT в моніторингу інтенсивності УФВ відкриває можливості для реалізації ефективних та високоточних систем контролю. Інтеграція датчиків УФ-випромінювання з мережею IoT дозволяє збирати інформацію в реальному часі та передавати її на центральний сервер. Використання бездротового зв'язку спрощує розгортання системи та дозволяє віддалено керувати процесом моніторингу.

Однією з переваг застосування IoT є можливість взаємодії з іншими сенсорами та пристроями в мережі. Наприклад, інтеграція з погодними станціями чи датчиками температури дозволяє отримати комплексні дані для аналізу впливу

ультрафіолетового випромінювання на довкілля та здоров'я. Іншим важливим аспектом є можливість дистанційного керування та налаштування давачів через Інтернет. Це надає зручність в експлуатації та забезпечує швидку реакцію на зміни у середовищі.

2.6. Висновки до розділу 2

Другий розділ кваліфікаційної роботи висвітлив важливі аспекти вимірювання та аналізу інтенсивності УФ-випромінювання, визначивши вплив на здоров'я людини. Представлено аналіз різноманітних методів вимірювання, а також підкреслено переваги використання технологій IoT для впровадження систем віддаленого контролю. Загальною метою розділу було створення теоретичної основи для розробки та впровадження ефективної системи моніторингу інтенсивності УФ-випромінювання.

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ
ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ3.1. Проектування апаратної складової системи дистанційного контролю
інтенсивності ультрафіолетового випромінювання

Структурна схема системи дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання представлена на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Структурна схема системи дистанційного контролю інтенсивності УФВ

Система складається з кількох ключових компонентів. В першу чергу це давач – спеціальний пристрій, який безпосередньо вимірює інтенсивність УФВ. Ці дані надходять до мікроконтролера, який відповідає за їх обробку та аналіз. Після

цього інформація передається на центральний сервер через модуль передачі даних, який може використовувати бездротові технології.

На центральному сервері здійснюється збір, зберігання та аналіз отриманих даних в реальному часі. Це дозволяє надавати можливість віддаленого моніторингу та управління системою. Крім того, інтерфейс користувача дозволяє взаємодіяти з системою, надаючи зручний спосіб відображення та контролю інформації.

Така структура дозволяє системі ефективно функціонувати, забезпечуючи точне вимірювання та передачу даних про інтенсивність УФВ, а також дає можливість віддаленому користувачеві взаємодіяти з системою через зручний інтерфейс.

Схема електричних з'єднань модуля для контролю інтенсивності УФ-випромінювання наведена на рис. 3.2.

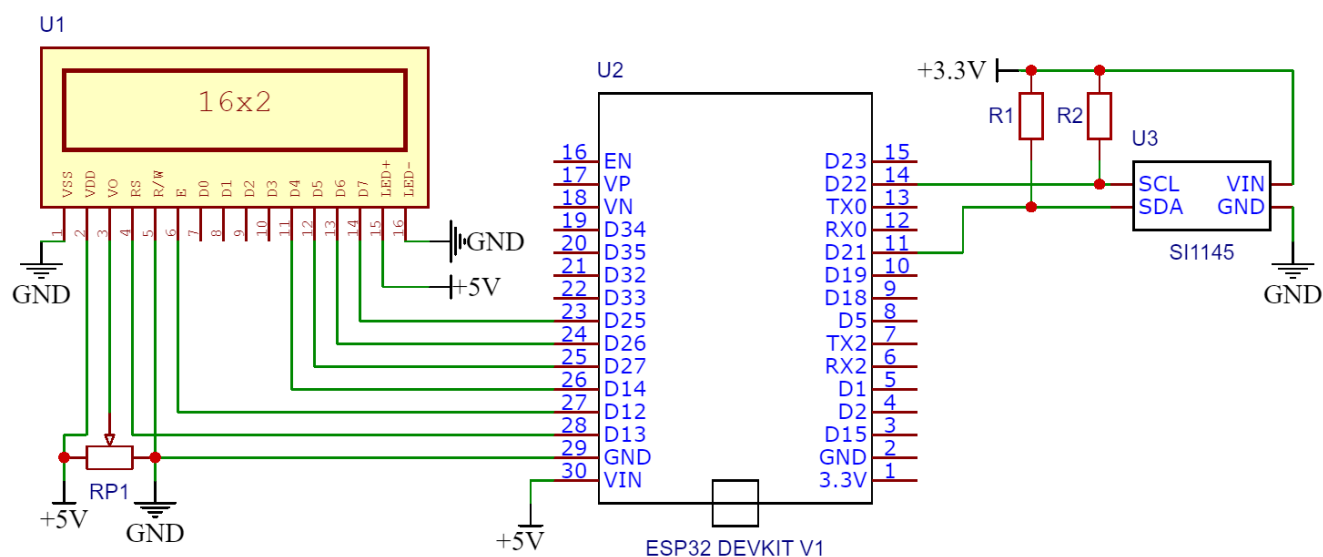


Рис. 3.2. Схема електричних з'єднань модуля для контролю інтенсивності УФ-випромінювання

На схемі представлені ключові компоненти модуля та їх електричне з'єднання для реалізації задачі контролю інтенсивності УФВ.

LCD дисплей (позиційне позначення U1) є основним інтерфейсом відображення для оператора системи. Він виводить важливі дані про інтенсивність УФ-випромінювання та іншу корисну інформацію. Модуль ESP32 (U2) відповідає за збір, обробку та передачу даних. Його висока продуктивність та можливості забезпечують швидку обробку інформації та надійний зв'язок з іншими компонентами.

Модуль датчика ультрафіолетового випромінювання SI1145 (U3) підключений до мікроконтролера за допомогою інтерфейсу I²C, що дозволяє ефективно зчитувати дані з датчика та передавати їх для подальшої обробки. Резистор змінного опору (RP1) відповідає за регулювання контрастності LCD дисплею, забезпечуючи оптимальне відображення інформації на екрані.

Таке електричне з'єднання дозволяє системі працювати ефективно та надійно, забезпечуючи точний моніторинг інтенсивності УФВ з високим рівнем зручності використання.

Модуль ESP32 DEVKITV1, базується на мікроконтролері ESP-WROOM-32, представляє сучасне та високопродуктивне поєднання WiFi, BLE-модулів (рис. 3.3). Він призначений для різноманітних застосувань, включаючи мікропотужні мережеві сенсорні пристрої.



Рис. 3.3. Мікроконтролерний модуль ESP32 DEV KIT

ESP-WROOM-32, який використовується в цьому модулі, є двоядерним чіпсетом ESP32. Завдяки компактним розмірам та наявності вбудованої Flash пам'яті, кварцу та PCB антени, модуль забезпечує хороші RF характеристики. Модуль розроблено для портативної електроніки, має мініатюрний корпус та ряд інтерфейсів (UART, SPI, I²C) і ємнісний сенсор. Однією з його переваг є низьке споживання та можливість вибору "сплячих" режимів, що дозволяє забезпечувати ефективне використання енергії. Модуль підтримує стандарт Wi-Fi 802.11n, інтегрується з різними протоколами, такими як SPI, I²C чи UART. З ним можна легко реалізувати зв'язок та обробку даних в системі дистанційного контролю інтенсивності УФВ.

Давач Si1145 від компанії SiLabs був обраний для вимірювання рівня УФВ (рис. 3.4).

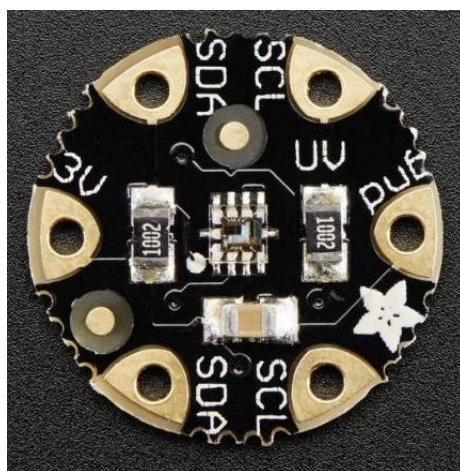


Рис. 3.4. Давач інтенсивності УФВ Si1145

Цей давач з каліброваним алгоритмом вимірювання світла може обчислювати індекс УФ-випромінювання. Він апроксимує його на основі вимірювання видимого та ІЧ-світла. Це цифровий давач, який працює через I²C протокол, тому його може використовувати майже будь-який мікроконтролер, забезпечуючи можливість створення компактного та зручного пристрою. Лінійна

залежність давача і цифровий інтерфейс спрощують обробку даних, що дозволяє отримувати швидкі та точні результати вимірювання.

Давач має спектральну чутливість в діапазоні 550нм-1000нм та видимого спектру в діапазоні 400нм-800нм. Напруга живлення становить 3,3 В, інтерфейс передачі даних – I²C. Робоча температура дозволяє використання давача в діапазоні від -40 ° С до 85 ° С. Ці характеристики роблять давач ідеальним для проектів, де потрібно надійно вимірювати та контролювати рівень УФВ. Функціональна блок-схема давача Si1145 наведена на рис. 3.5.

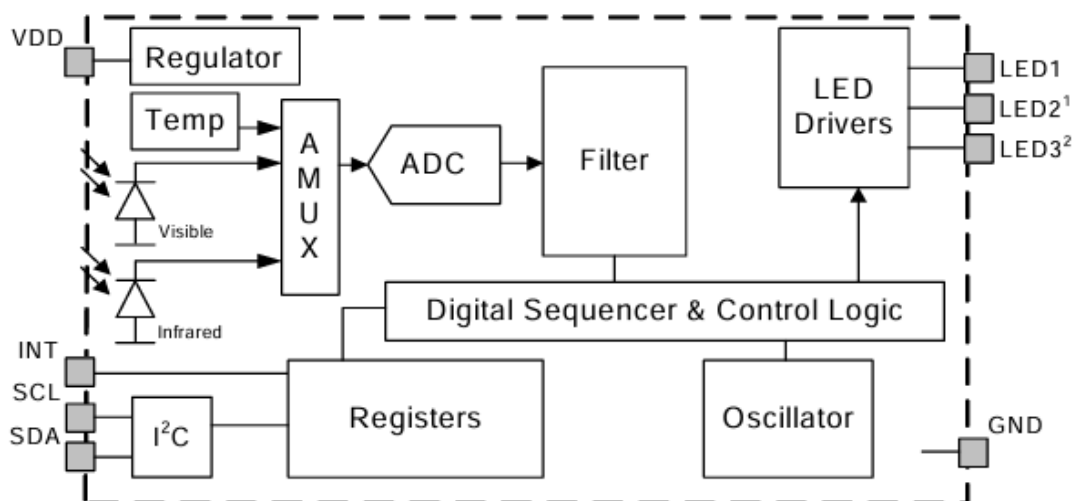


Рис. 3.5. Функціональна блок-схема давача Si1145

Часова діаграма обміну даними по I²C протоколу для давача Si1145 наведена на рис. 3.6.

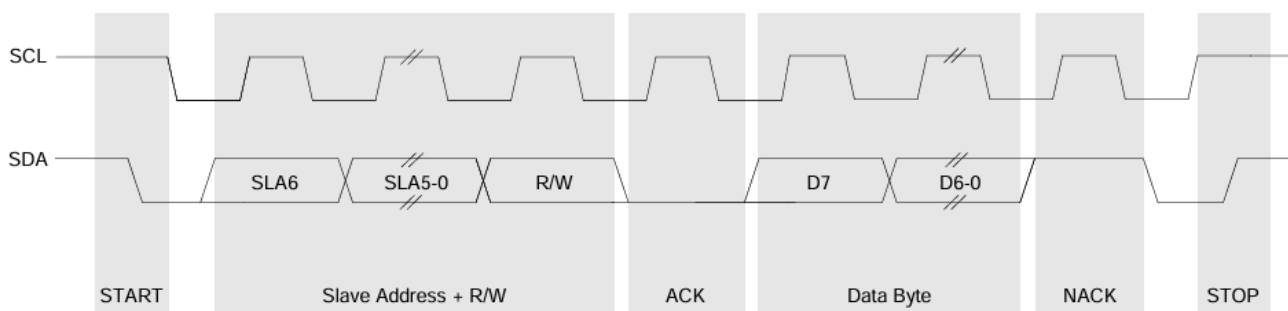


Рис. 3.6. Часова діаграма обміну даними по I²C протоколу

На рис. 3.7 представлено прототип модуля для контролю інтенсивності УФВ. Компоненти, які використовуються в системі, розташовані на макетній платі та з'єднані провідниками. Макетна плата служить основою для розміщення електронних компонентів і забезпечує їх правильне електричне з'єднання.

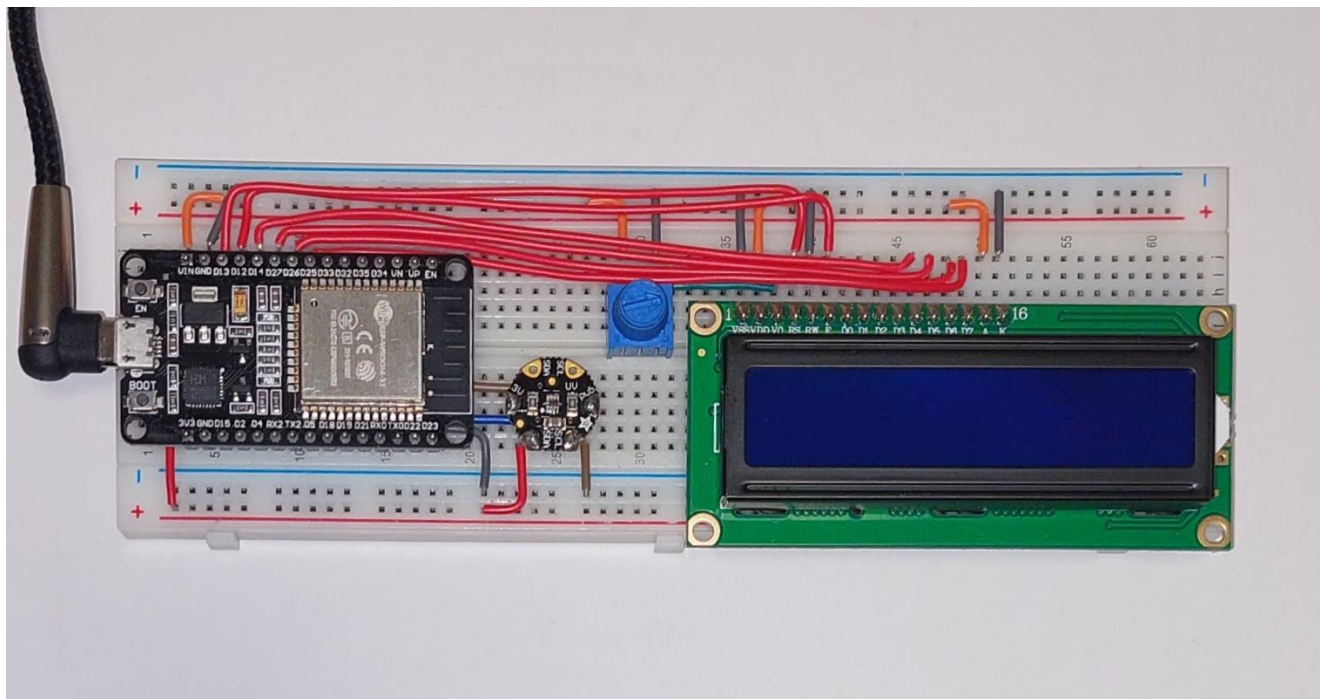


Рис. 3.7. Прототип модуля для контролю інтенсивності УФВ

На фото видно LCD дисплей, модуль ESP32, модуль датчика УФВ SI1145, який підключений до мікроконтролера за допомогою інтерфейсу I²C, а також резистор змінного опору, який використовується для регулювання контрастності LCD дисплею.

Макетна плата дозволяє організувати компоненти в логічному порядку, забезпечуючи оптимальне розташування та зручний доступ до кожного елемента системи. Провідники на макетній платі відповідають електричним з'єднанням, вказаним на електричній схемі, та забезпечують взаємодію між компонентами. Такий прототип дозволяє перевірити функціональність системи та внести необхідні зміни перед виготовленням більш стабільної версії пристрою.

3.2. Розробка програмного забезпечення для системи віддаленого контролю інтенсивності УФ-випромінювання

Алгоритм роботи ПЗ для мікроконтролера системи дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання передбачає виконання послідовності таких кроків:

1. Спочатку відбувається підключення бібліотек для роботи з LCD екраном, зв'язку по I²C та отримання даних від датчика відповідно.
2. Здійснюється ініціалізація та налаштування LCD дисплею, виводиться початкове повідомлення протягом 2 секунд на ньому перед очищенням екрану.
3. Запускається ініціалізація датчика SI1145, та перевіряється чи цей процес завершився успішно.
4. Відбувається підключення до платформи Arduino Cloud за допомогою методу `ArduinoCloud.begin()`.
5. Запускаються функції ініціалізації властивостей пристрою та його змінних.
6. В нескінченному циклі виконуються такі дії:
 - отримання від датчика значень видимого, інфрачервоного світла та інтенсивності УФВ;
 - оновлення змінних `UVindex`, `Visible` та `IR`;
 - виведення на LCD дисплеї значень UV індексу;
 - виведення значень на Serial порт;
 - затримка на 1 секунду;
 - передача даних до хмарної платформи Arduino IoT.

Блок-схема алгоритму ПЗ для мікроконтролера проєктованої системи зображена на рис. 3.8.

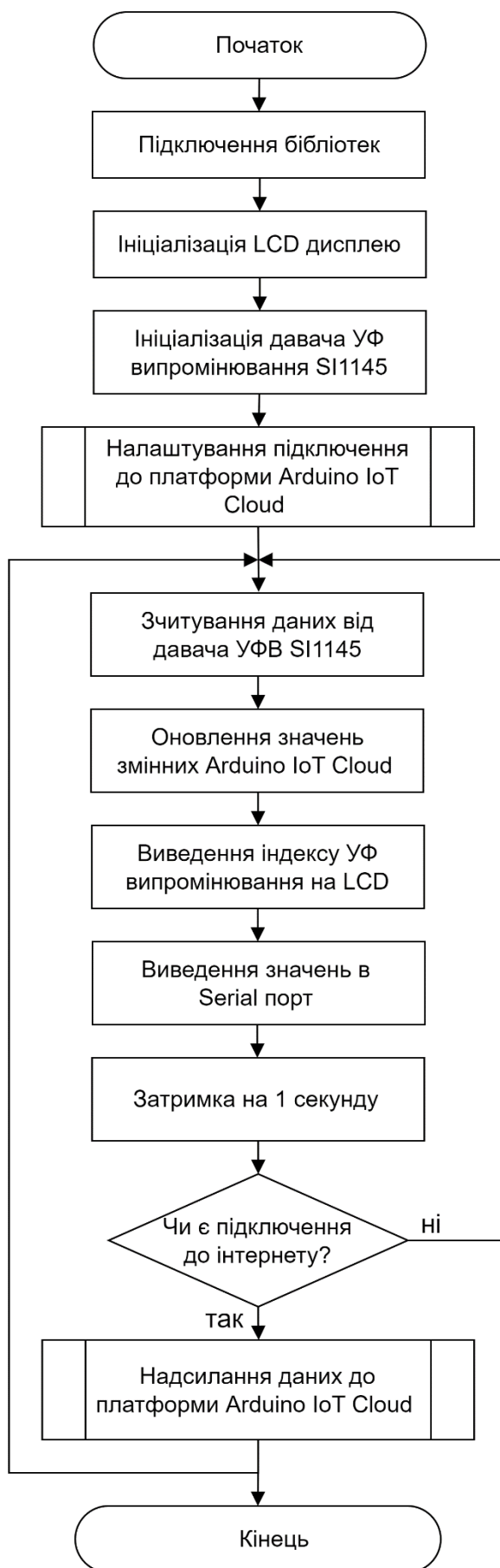


Рис. 3.8. Блок-схема алгоритму ПЗ для мікроконтролера проектованої системи

Така структура алгоритму гарантує ефективне та автоматизоване функціонування системи дистанційного контролю інтенсивності УФВ, дозволяючи вчасно реагувати на можливі ризики.

Для реалізації цього алгоритму був написаний програмний код для платформи Arduino IoT Cloud, який застосовується для моніторингу рівня УФ-випромінювання за допомогою датчика Adafruit SI1145 та виводу даних на LCD екрані.

На початку коду програми підключається файл `thingProperties.h` для взаємодії з Arduino Cloud. Файл містить оголошення змінних та функцій, які будуть використовуватися для обміну даними з хмарною платформою. Крім того, відбувається підключення бібліотек та ініціалізація об'єктів. Зокрема, підключаються бібліотеки для роботи з LCD (`LiquidCrystal.h`), шини зв'язку (`Wire.h`) та датчик УФВ (`Adafruit_SI1145.h`) (рис. 3.9).

```
11 #include "thingProperties.h"
12 #include <LiquidCrystal.h>
13 #include <Wire.h>
14 #include <Adafruit_SI1145.h>
```

Рис. 3.9. Лістинг коду з підключенням бібліотек

Після цього ініціалізується об'єкт для взаємодії з LCD та об'єкт для взаємодії з датчиком (рис. 3.10).

```
16 // Create An LCD Object. Signals: [ RS, EN, D4, D5, D6, D7 ]
17 LiquidCrystal LCD(13, 12, 14, 27, 26, 25);
18
19 Adafruit_SI1145 uv = Adafruit_SI1145();
```

Рис. 3.10. Лістинг коду для ініціалізації об'єктів

Код підпрограми `setup()` відповідає за ініціалізацію та підготовку мікроконтролера до роботи (рис. 3.11). Ця підпрограма викликається при кожному старті мікроконтролера і виконує всі необхідні початкові налаштування для

подальшої роботи пристрою. Функція `Serial.begin(9600)` встановлює з'єднання з послідовним портом і задає швидкість обміну даними (9600 біт на секунду). Після цього вставлена затримка для очікування відкриття послідовного монітора.

```

21 void setup() {
22   // Initialize serial and wait for port to open:
23   Serial.begin(9600);
24   delay(1500);
25   // Initialize The LCD. Parameters: [ Columns, Rows ]
26   LCD.begin(16, 2);
27   // Clears The LCD Display
28   LCD.clear();
29   // Display The First Message In Home Position (0, 0)
30   LCD.print(" UV monitoring ");
31   // Set The Cursor Position To: [ Col 0, Row 1]
32   // The Next Message Will Start From The 1st Char Position in The 2nd Row
33   // Note: 1st Row Has An Index of 0, The 2nd Row Has An Index of 1
34   LCD.setCursor(0, 1);
35   // Display The Second Message In Position (0, 1)
36   LCD.print(" by Lylyk Ivan ");
37   delay(2000);
38   LCD.clear();
39   .....
40   Serial.println("Adafruit SI1145 test");
41   if (!uv.begin()) {
42     Serial.println("Didn't find Si1145");
43     while (1);
44   }
45   Serial.println("OK!");
46
47   // Defined in thingProperties.h
48   initProperties();
49   // Connect to Arduino IoT Cloud
50   ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);
51   setDebugMessageLevel(2);
52   ArduinoCloud.printDebugInfo();
53 }

```

Рис. 3.11. Лістинг коду підпрограми `setup()`

Функція `LCD.begin()` ініціалізує LCD дисплей з параметрами 16 стовпців і 2 рядки. Потім викликається функція `LCD.clear()`, щоб очистити вміст дисплею. Після цього на екрані LCD виводяться дві стрічки тексту: "UV monitoring" та "by Lylyk Ivan". Далі вставляється затримка на 2 секунди, і LCD знову очищується.

В наступній частині коду здійснюється спроба підключитися до давача Si1145. У випадку вдалого підключення виводиться повідомлення "ОК!", в іншому випадку відбувається зацикловання програми з виведенням відповідного повідомлення у Serial Monitor. В кінці підпрограми викликається функція `initProperties()`, яка визначена в файлі `thingProperties.h` і ініціалізує властивості для взаємодії з IoT Cloud. Потім здійснюється підключення до Arduino Cloud.

Підпрограма `loop()` виконується в безкінечному циклі після завершення функції `setup()` (рис. 3.12).

```

55 void loop() {
56   float UVindex_value = uv.readUV();
57   float Visible_value = uv.readVisible();
58   float IR_value = uv.readIR();
59
60   UVindex = UVindex_value;
61   Visible = Visible_value;
62   IR = IR_value;
63
64   LCD.setCursor(0,0);
65   LCD.print("          ");
66   LCD.setCursor(0,1);
67   LCD.print("1 2 3 4 5 6 7 8+");
68   LCD.setCursor(UVindex_value*2-2,0);
69   LCD.print("0");
70
71   Serial.print(UVindex_value);
72   Serial.print("");
73   Serial.print(" | Vis:");
74   Serial.print(Visible_value); // Show visible light reading
75   Serial.print(" | IR:");
76   Serial.println(IR_value);    // Show infrared light reading
77
78   delay(1000);
79
80   ArduinoCloud.update();
81 }

```

Рис. 3.12. Лістинг коду функції `loop()`

В першому рядку цієї підпрограми зчитуються три значення від давача Si1145: індекс УФВ (`UVindex_value`), видиме світло (`Visible_value`), та інфрачервоне випромінювання (`IR_value`). Зчитані значення присвоюються

відповідним глобальним змінним (UVindex, Visible, IR), які були ініціалізовані в Arduino Cloud і використовуються в інших частинах програми.

Далі виконується оновлення вмісту LCD дисплею. Спочатку очищаються попередні значення, після чого виводиться шкала з цифр від 1 до 8 та символ, який вказує на рівень інтенсивності УФВ на шкалі. Зчитані значення виводяться на монітор послідовного порту разом із підписами, що вказують на їхню природу (індекс ультрафіолету, видиме світло, інфрачервоне випромінювання). Після цього викликається затримка у 1 секунду для уникнення надмірного навантаження. Потім викликається метод `ArduinoCloud.update()` для оновлення інформації у хмарному сервісі Arduino Cloud.

Підпрограма `loop()` виконується постійно, що дозволяє пристрою неперервно вимірювати і відображати дані з датчика, а також оновлювати дані в хмарній платформі для реалізації віддаленого моніторингу.

3.3. Інтеграція розробленого пристрою з хмарною IoT платформою

Arduino IoT Cloud – це відкрита платформа Інтернету речей, яка дозволяє пристроям взаємодіяти між собою. Платформа дозволяє розробникам створювати складні додатки, в яких не потрібно писати код з нуля. Її можна використовувати для підключення сенсорів з алгоритмами на основі правил, які можуть приймати рішення в реальному часі щодо реагування на відповідні події. Платформа є високорівневою системою для створення IoT проєктів. Вона дозволяє легко з'єднувати та керувати апаратними засобами через Інтернет, спрощуючи процес розробки IoT-проєктів для користувачів платформи Arduino.

Вибір Arduino Cloud для реалізації системи дистанційного контролю інтенсивності УФВ обґрунтовується декількома факторами. По-перше, це простота використання, що особливо важливо для проєктів на основі мікроконтролерів. По-друге, ця платформа підтримує широкий вибір апаратних засобів, в тому числі модуль ESP32, який був обраний для реалізації даної системи.

Також, ця платформа надає можливість легкого з'єднання з хмарним сервісом, що є важливим для систем дистанційного контролю. Забезпечення безпеки даних та пристроїв є іншим аспектом, який робить Arduino Cloud привабливим для проектів із необхідністю захисту інформації. Загалом, вибір Arduino Cloud допомагає забезпечити простоту розробки, безпеку та ефективну роботу системи дистанційного контролю інтенсивності УФВ.

Налаштування платформи Arduino Cloud для реалізації системи дистанційного контролю інтенсивності УФВ включає декілька кроків. В першу чергу необхідно було обрати тип мікроконтролерного модуля, який буде програмуватись в IDE цієї платформи. В цьому проекті було обрано модуль ESP32 Dev Module (рис. 3.13).

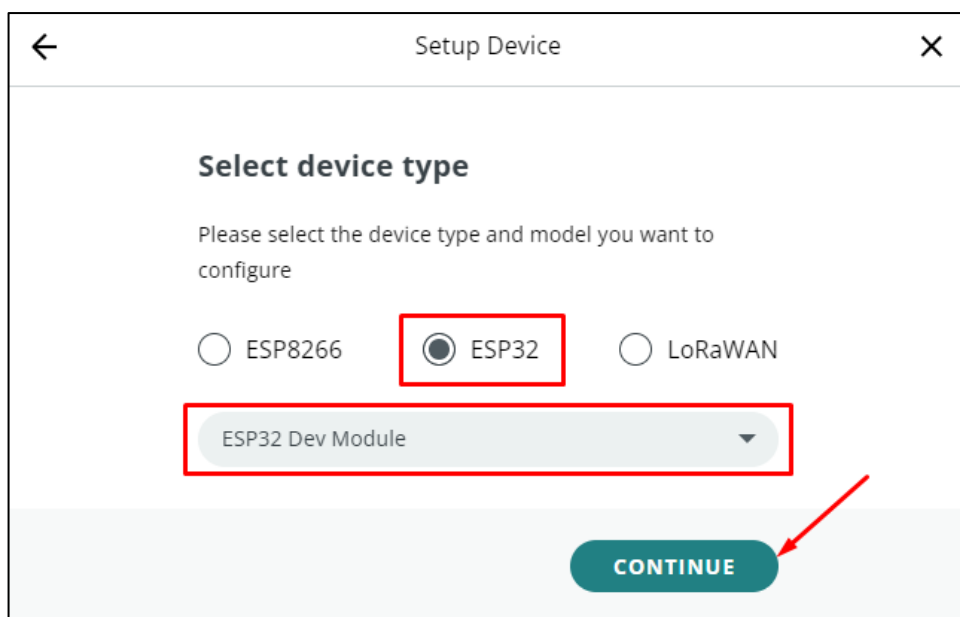


Рис. 3.13. Вибір мікроконтролерного модуля в Arduino Cloud

Далі в розділі "Things" визначено необхідні змінні для зберігання результатів вимірювань, такі як інтенсивність УФ, видиме та інфрачервоне випромінювання (рис. 3.14).

Dialog: Add variable

Name: UVindex

Sync with other Things

Integer Number eg. 1

Declaration: `int UVindex ;`

Variable Permission: Read & Write Read Only

Variable Update Policy: On change Periodically

Threshold: 0

CANCEL ADD VARIABLE

Рис. 3.14. Процес створення змінної в Arduino Cloud

Після цього була налаштована можливість мікроконтролера ESP32 підключатися до Інтернету (рис. 3.15).

Thing: UV intensity monitoring

Setup Sketch 4 Metadata

Cloud Variables

Name ↓	Last Value	Last Update
<input type="checkbox"/> IR Float IR;	-	⋮
<input type="checkbox"/> UVindex Float UVindex;	-	⋮
<input type="checkbox"/> Visible Float Visible;	-	⋮

Associated Device

ESP32

ID: [REDACTED]

Type: ESP32 Dev Module

Status: Offline

Change Detach

Network

Wi-Fi Name: [REDACTED]

Password: [REDACTED]

Secret Key: [REDACTED]

Change

Рис. 3.15. Налаштування підключення до WiFi мережі

Також були завантажені бібліотеки, необхідні для роботи з компонентами системи, такі як LiquidCrystal, Wire, та Adafruit_SII145 (рис. 3.16).

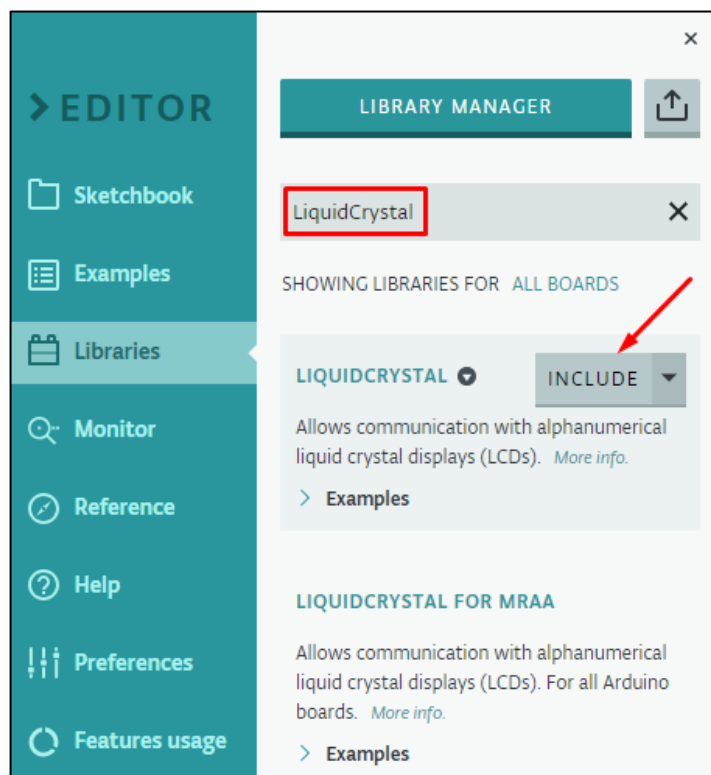


Рис. 3.16. Процес встановлення бібліотеки

Після успішного налаштування інтерфейсу Arduino Cloud та підключення мікроконтролера до хмари, з'явилась можливість віддалено контролювати та візуалізувати дані з системи моніторингу інтенсивності УФ в реальному часі.

3.4. Тестування та експериментальні дослідження системи дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання

Тестування системи дистанційного контролю інтенсивності УФ випромінювання включало кілька етапів, спрямованих на перевірку функціональності, надійності та відповідності вимогам.

На початковому етапі тестувався прототип пристрою на основі мікроконтролера ESP32. Одразу після ввімкнення живлення можна побачити LCD дисплей, на якому видно назву пристрою та інформацію про автора (рис. 3.17). Ця

інформація відображається при включенні або запуску пристрою, надаючи користувачеві загальну інформацію щодо призначення та походження пристрою.

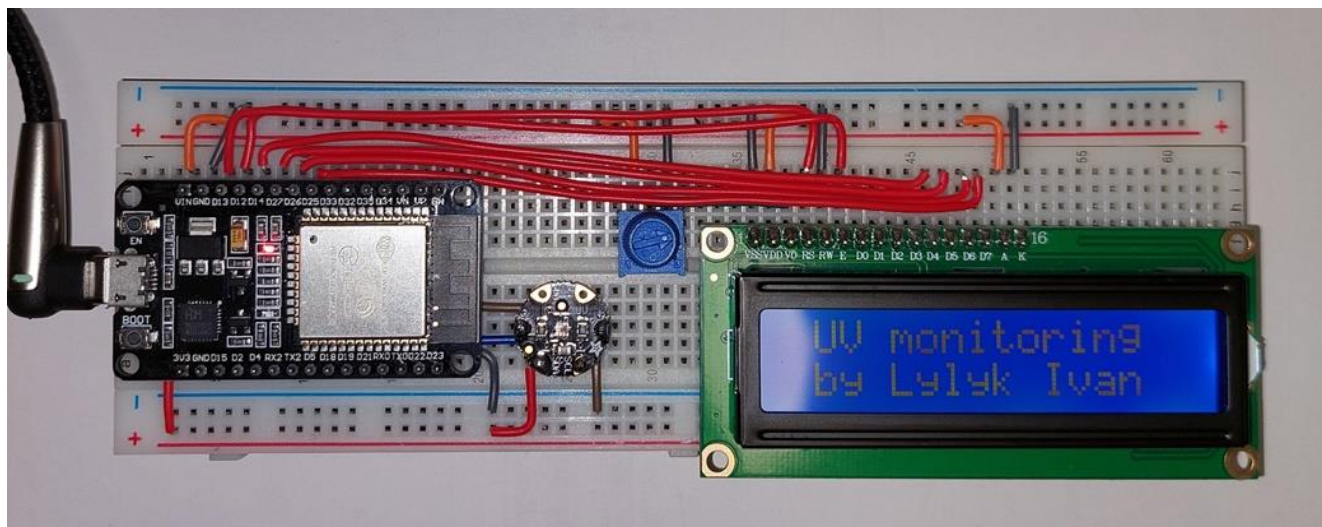


Рис. 3.17. Фото прототипу після ввімкнення

На рис. 3.18 розміщене фото прототипу, на LCD дисплеї якого відображаються цифри, які представляють числове значення індексу інтенсивності УФВ. Також видно символ над однією з цифр, який являє собою інформаційний символ, що допомагає користувачеві розпізнати рівень інтенсивності в даний момент часу.

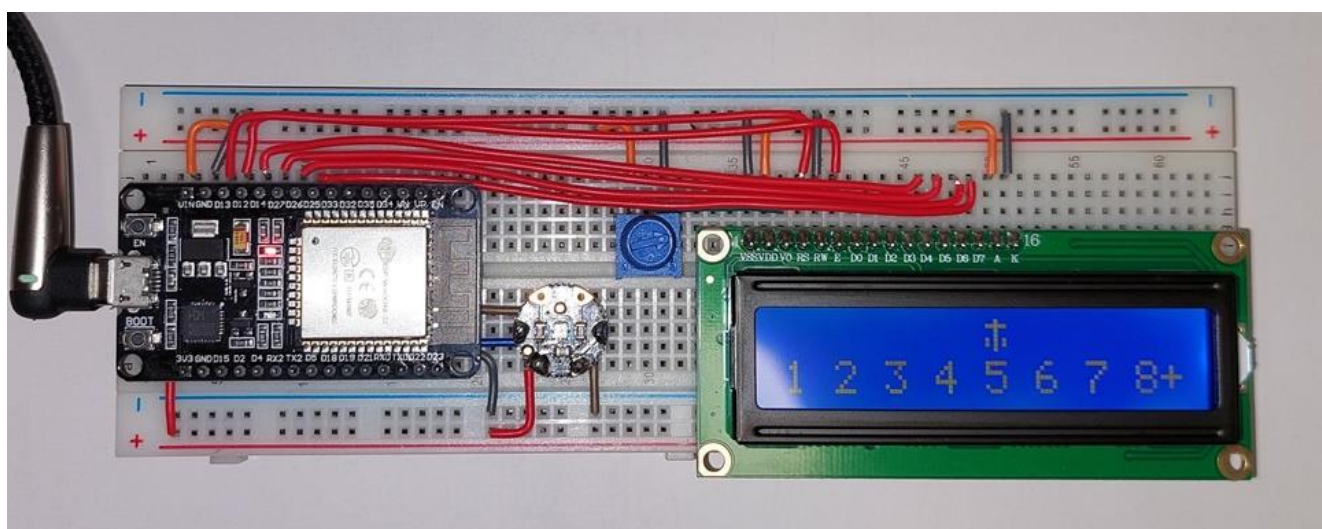


Рис. 3.18. Фото прототипу під час вимірювання інтенсивності УФВ

На наступному етапі тестування перевірялася взаємодія системи з хмарною платформою Arduino Cloud. Зокрема здійснювалась перевірка можливості передачі даних про інтенсивність УФ на хмарний сервер.

На хмарній платформі Arduino Cloud реалізовано відповідний інтерфейс для моніторингу індексу ультрафіолетового випромінювання, де графіки відображаються в реальному часі. Користувач може відстежувати зміни інтенсивності УФВ та аналізувати їхні варіації за встановлений період часу.

В інтерфейсі користувача порталу Arduino Cloud представлений графік, який демонструє динаміку зміни індексу інтенсивності УФВ відносно часу (рис. 3.19). Крива на графіку дозволяє визначити періоди підвищеної чи зменшеної інтенсивності.

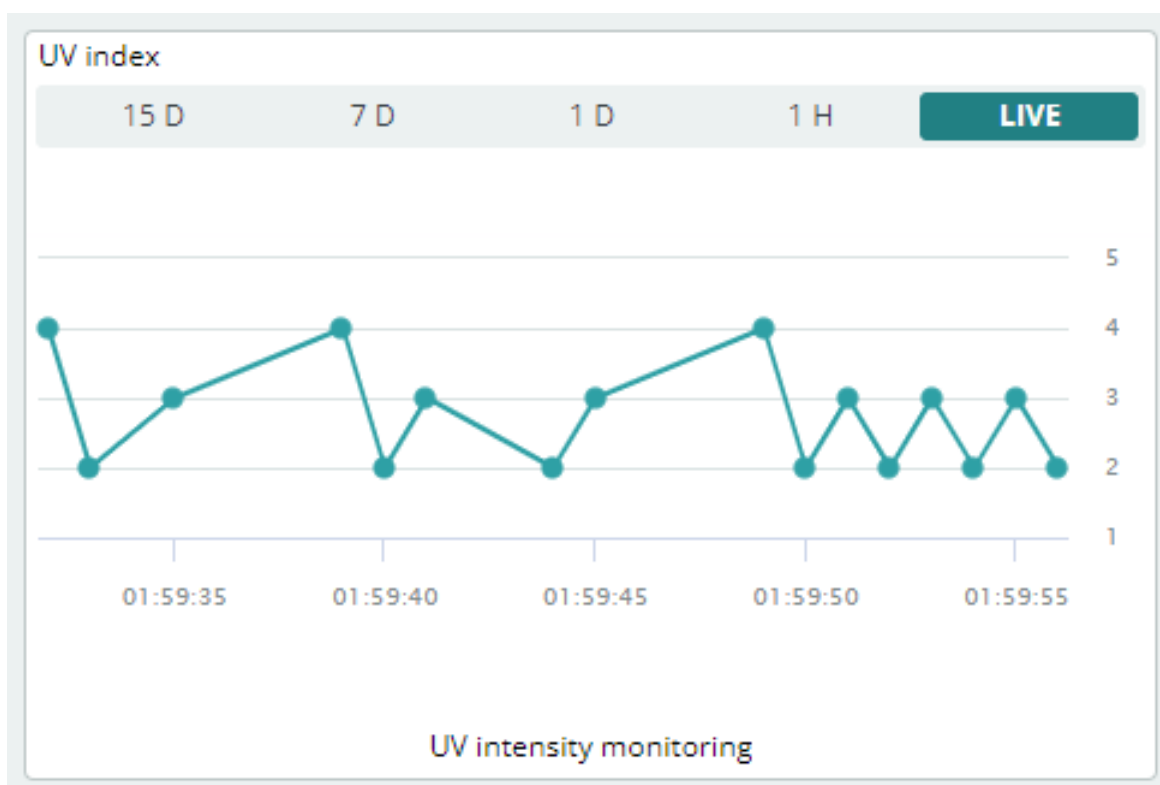


Рис. 3.19. Динаміка зміни індексу інтенсивності УФ випромінювання

Цей графік дозволяє користувачеві в реальному часі відслідковувати та аналізувати зміни в інтенсивності УФ променів, що фіксуються пристроєм, і отримувати важливі дані щодо оточуючого середовища та умов експлуатації.

Після успішного проходження всіх етапів тестування можна зробити висновки що система готова до використання та продемонструвала свою ефективність в процесі моніторингу інтенсивності УФВ.

3.5. Висновки до розділу 3

У третьому розділі роботи було проведено реалізацію системи контролю рівня інтенсивності УФВ. Проведене проектування апаратної складової системи було спрямовано на вибір та оптимізацію компонентів для точного вимірювання інтенсивності УФВ. Обрано датчик Si1145, який показав високу чутливість та точність вимірювань.

Розроблене ПЗ для мікроконтролера ESP32 дозволяє збирати інформацію в реальному часі та передавати її на хмарну платформу Arduino Cloud для подальшого аналізу. Інтеграція з IoT платформою була успішно реалізована, що дозволяє віддалено відстежувати і аналізувати дані про інтенсивність УФ випромінювання.

Здійснено тестування системи, під час якого виявлені та виправлені потенційні проблеми. Експериментальні дослідження підтвердили ефективність системи та її здатність надійно вимірювати та відображати дані про інтенсивність УФВ. Розроблена система дистанційного моніторингу інтенсивності УФВ продемонструвала високу ефективність запропонованих методів і засобів та має потенціал для застосування в практиці.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

В кваліфікаційній роботі магістра представлено систему контролю інтенсивності ультрафіолетового випромінювання. Враховуючи потенційні небезпечні ситуації, які може спричинити дана комп'ютеризована система, для їх уникнення, необхідно дотримуватись всіх правил охорони праці та техніки безпеки.

Робоче місце працівника, який здійснює розробку, виробництво, калібрування систем контролю інтенсивності ультрафіолетового випромінювання, можна прирівняти до робочих місць у приміщеннях конструкторських бюро (КБ).

Електротравма – це травма, яка спричинена дією на організм людини електричного струму і (або) електричної дуги. Працюючи з електричними компонентами комп'ютерної системи слід дотримуватись комплексу заходів щодо забезпечення електробезпеки. Основними заходами для захисту від ураження електричним струмом є:

- забезпечення недоступності провідників, що знаходяться під напругою, від випадкового дотику;
- усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, в кожухах та інших частинах електроустаткування, що досягається застосуванням малих напруг, використанням подвійної ізоляції, захисним зануленням, захисним відключенням.

Доцільним є застосування занулення мережі. Занулення – це навмисне з'єднання з нульовим захисним проводом металевих струмоведучих частин, що можуть виявитися під напругою.

Відповідно до ДБН В.1.1.7-2016 усі виробництва поділяють на пожежо-, і вибухонебезпечної категорії. Дане приміщення відноситься до категорії Д. Мікроклімат у приміщенні, де проводяться роботи, нормується відповідно до

ДСН 3.3.6.042-99. Умови, що визначають стан повітря робочої зони, характеризуються [32]:

- температурою навколишнього повітря;
- відотною вологістю;
- швидкістю руху повітря.

Оптимальні показники мікроклімату, які необхідно забезпечити у приміщеннях, де експлуатуються ПК у теплу пору року повинні становити: температура – +22 - +24°C, відносна вологість – 40-60 %, швидкість руху повітря 0,1 м/с [33].

На робочому місці розробника системи для моніторингу стану здоров'я людини необхідно забезпечити дотримання вимог НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [33].

Основними вимогами, визначеними у цьому нормативному документі є:

- площу та об'єм для одного робочого місця оператора визначають згідно з вимогами ДСанПіН 3.3.2-007-98. Площа має бути не менше 6,0 кв.м, об'єм – не менше 20,0 куб.м;
- заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця операторів (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу;
- приміщення, де розміщені робочі місця операторів, крім приміщень, у яких розміщені робочі місця операторів великих ЕОМ загального призначення (сервер), повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації.

Заходи для захисту від випромінювань:

- застосування захисних екранів;
- застосування спеціальних екранів зі слабким випромінюванням;
- застосування монохромних або рідкокристалічних екранів.

Природне освітлення приміщення здійснюється бічним світлом через світлові пройми в зовнішніх стінках (вікна), а штучне – утворюється електричними

лампами. Використовується також суміщене освітлення – при якому у світлий час доби, коли недостатньо за нормами природного освітлення, додається штучне.

Для забезпечення високого рівня освітленості на робочих поверхнях застосовують комбіноване освітлення, якщо застосування загального освітлення є неекономічним. Виробниче освітлення нормується ДБН В.2.5-28-2018. Приміщення, яке використовується, належить до приміщень І групи за зоровою роботою. При розробці системи контролю інтенсивності ультрафіолетового випромінювання враховані всі вимоги до охорони праці та техніки безпеки.

4.2. Комп'ютерне забезпечення процесу оцінки радіаційної та хімічної обстановки

Екологічні організації розробили набір інструментів для комплексної оцінки екологічного стану навколишнього середовища. Програмне забезпечення і послуги (ESS), комерційна група ПАСА, включаючи AirWare (контроль якості повітря), WaterWare (контроль якості води), CityWare (контроль якості повітря і води у великих містах) і EIAxpert (для надання допомоги щодо загального впливу на навколишнє середовище). Функціональність в цілому схожа на RAISON, хоча з великим акцентом на моделювання і меншим акцентом на керування даними. Знову ж таки, інструменти ESS розроблені як модульні набори інструментів (доступні спеціальні системи для вирішення конкретних завдань). Компоненти включають стандартні імітаційні моделі, включаючи моделі ISC і PBM. Агентства з охорони навколишнього середовища США, управління даними, в тому числі ГІС, аналіз даних (наприклад, аналіз часових рядів даних спостережень), візуалізація, а також оптимізація [34].

Іноді немає готових моделей, придатних для конкретного застосування, але труднощі, які пов'язані з розробкою нового програмного забезпечення є надмірними. Розробка моделі оточення може відносно легко реалізувати власні моделі комп'ютерів і не турбуватися про включення процедур для вирішення рівнянь, візуалізації і т. д. Як правило, за допомогою цих інструментів користувач

просто повинен вказати свою модель, використовуючи або математичні рівняння, або спеціальні графічні символи або значки, які безпосередньо представляють поведінку системи.

На даний момент є розроблені моделі комп'ютерного забезпечення процесу для оцінки радіаційної та хімічної обстановки.

GEMS – це система на основі моделей, яка підтримує оцінки схильності і ризику, надаючи доступ до одиночних і мультимедійних моделей експозиції, фізико-хімічних властивостей методів оцінки, статистичного аналізу, графічних та картографічних програм з відповідними даними про навколишнє середовище, джерела, рецептори і популяції. GEMS надає аналітикам інтерактивний, зручний інтерфейс для різних моделей, програм і даних, які необхідні для оцінки хімічного впливу і ризику [35].

HSPF – це комплексний пакет для моделювання кількості і якості стоків з багатоцільових водозборів і процесів, що відбуваються в потоках або повністю змішаних озерах. Це дозволяє здійснювати інтегроване моделювання землі і ґрунту, процесів забруднення при гідравлічній і осадово-хімічній взаємодії. Результатом моделювання є часові дані витрати стоку, концентрації поживних речовин і пестицидів, а також дані про кількість і якість води в будь-якій точці водозбору. Алгоритми якості води включають аналіз динаміки BOD / DO, вмісту вуглецю, азоту і фосфору. Процеси трансформації, які включені в модель це: гідроліз, фотоліз, окислення, випаровування, сорбція і біодеградація. Вторинні або «дочірні» хімічні речовини також моделюються. Вимоги до даних для моделі можуть бути досить широкими в залежності від конкретного застосування.

Модель MMSOILS – це методологія оцінки впливу на людину і ризику для здоров'я, пов'язаних з викидами забруднень з небезпечних відходів. Мультимедійна модель, що стосується перенесення хімічної речовини в ґрунтові води, поверхневі води, атмосферу і накопичення в їжі. Шляхи впливу на людину, які розглянуті в методології включають: потрапляння в ґрунт, вдихання летких речовин в повітря і тверді частинки, шкірний контакт, прийом питної води і т.д. Ризик, пов'язаний із загальною дозою опромінення, розраховується на основі хімічної токсичності [35].

4.3. Планування та порядок проведення евакуації населення з районів наслідків впливу НС техногенного та природного характеру

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, основним засобом захисту населення є евакуація і розміщення його у зонах, які є безпечними для проживання людей. Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, в районах виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей). Залежно від обставин, які склалися на час надзвичайної ситуації, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру. Загальна евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок:

- можливого небезпечного радіоактивного забруднення територій навколо атомних електростанцій (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей, які проживають в зоні ураження);
- виникнення загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням проривної хвилі [36].

Часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України у разі загрози або виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру. Під час проведення часткової евакуації завчасно вивозиться не зайняте у сферах виробництва та обслуговування населення: діти, учні навчальних закладів, вихованці дитячих будинків, разом з викладачами та вихователями, студенти, пенсіонери та інваліди, які утримуються у будинках для осіб похилого віку, разом з обслуговуючим персоналом і членами їх сімей.

У сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру евакуація населення планується на випадок:

- аварії на атомній електростанції з можливим забрудненням території;
- усіх видів аварій з викидом сильнодіючих отруйних речовин;

- загрози катастрофічного забруднення місцевості;
- лісових і торф'яних пожеж, землетрусів, зсувів, інших геофізичних і гідрометеорологічних явищ з тяжкими наслідкам, що загрожують населеним пунктам.

Загальна евакуація проводиться шляхом вивезення основної частини населення з міст і небезпечних районів усіма видами наявних транспортних засобів на відповідній адміністративній території та виведення найбільш витривалої його частини пішки. Часткова евакуація проводиться з використанням транспортних засобів, що експлуатуються за діючим графіком. На органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування та керівників об'єктів, які проводять евакуацію населення, покладається:

- планування і проведення евакуації працівників та членів їх сімей;
- подання до відповідних транспортних органів розрахунків потреби у транспортних засобах для вивезення працівників і членів їх сімей до безпечних районів;
- контроль за плануванням, підготовкою і проведенням евакуаційних заходів підвідомчими об'єктами;
- визначення та підготовка безпечного району для розміщення евакуйованих працівників і членів їх сімей.

Інші заходи та порядок проведення евакуації викладено у постанові Кабінету Міністрів від 26 жовтня 2001р. № 1432 про затвердження Положення про порядок проведення евакуації населення у разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру [36].

У плані евакуації, складовою частиною якого є карта (схема), зазначаються:

- висновки з оцінки обстановки у разі виникнення надзвичайної ситуації;
- порядок оповіщення населення про початок евакуації;
- кількість населення, яке підлягає евакуації, за віковими категоріями;
- терміни проведення евакуації;
- склад евакуаційних органів і терміни приведення їх у готовність;
- кількість населення, яке вивозиться різними видами транспортних засобів окремо і виводиться пішки;

- розподілення об'єктів за збірними евакуаційними пунктами, пунктами посадки, районами (пунктами) розміщення та евакуаційними напрямками;
- маршрути евакуації;
- райони (пункти) розміщення евакуйованого населення;
- пункти посадки на транспортні засоби, пункти висадки у безпечному районі, порядок доставки населення з пунктів висадки до районів (пунктів) розміщення;
- заходи щодо організації приймання, розміщення, захисту та життєзабезпечення евакуйованого населення у безпечному районі;
- порядок організації управління і зв'язку [37].

Розділ плану, в якому визначаються види забезпечення евакуації, розробляється відповідними службами. До цього розділу включаються:

- основні завдання служби;
- перелік сил і засобів, які залучаються для виконання евакуаційних заходів;
- терміни виконання завдань.

Евакуаційна комісія відповідного органу виконавчої влади, на території якої планується розміщення евакуйованого населення, розробляє план його приймання і розміщення у безпечному районі з картою (схемою).

У плані зазначаються:

- кількість евакуйованого населення за віковими категоріями, яке прибуває у район, місто, район у місті, селище, село;
- кількість об'єктів і їх розподіл за районами у місті, сільськими і селищними радами, населеними пунктами;
- чисельність населення, яке проживає на відповідній території;
- будівлі і споруди для розміщення об'єктів господарювання; – пункти висадки евакуйованого населення;
- порядок і терміни доставки евакуйованого населення з приймальних евакуаційних пунктів до районів (пунктів) розміщення;
- порядок розміщення евакуйованого населення;

- порядок забезпечення евакуйованого населення продуктами харчування, водою, предметами першої необхідності, медичним та іншими видами обслуговування;

- порядок оповіщення посадових осіб, які відповідають за приймання евакуйованого населення, про початок евакуації і терміни прибуття населення [37].

План приймання і розміщення евакуйованого населення включає також розділ з транспортного забезпечення евакуації, в якому зазначається:

- кількість транспортних засобів кожного виду і термін їх подачі до пунктів посадки;

- кількість населення, яке підлягає евакуації;

- терміни відправлення евакуйованого населення у безпечні райони;

- терміни прибуття евакуйованого населення до пунктів посадки;

- маршрути руху транспортних засобів;

- кількість рейсів.

На всіх громадян, які підлягають евакуації, завчасно складаються списки за об'єктами і житлово-експлуатаційними організаціями у трьох примірниках, один з яких залишається на об'єкті або в житлово-експлуатаційній організації, другий (у разі одержання рішення про проведення евакуації) після уточнення списків надсилається на збірний евакуаційний пункт, третій – до евакуаційної комісії району (пункту) розміщення.

З отриманням рішення (сигналу) про проведення евакуації евакуаційні комісії уточнюють завдання керівникам об'єктів щодо проведення евакуаційних заходів, контролюють стан оповіщення населення, його збору, формування колон (через начальників маршрутів), забезпечують переміщення їх до пунктів евакуації, а також разом з транспортними службами – готовність транспортних засобів до перевезень, уточнюють порядок їх використання, підтримують постійний зв'язок з начальниками маршрутів та з органами виконавчої влади безпечних районів, інформують їх про хід евакуації.

У райони розміщення евакуаційних органів та населення, яке підлягає евакуації, направляються представники евакуаційних комісій для вирішення питань приймання, розміщення і життєзабезпечення евакуйованого населення.

Керівник органу виконавчої влади і евакуаційна комісія безпечного району, організують підготовку пунктів висадки, розгортають приймальний евакуаційний пункт, уточнюють кількість прибулих і порядок подачі транспортних засобів для їх вивезення з пунктів висадки, а також з проміжних пунктів евакуації до пунктів розміщення, контролюють роботу керівників об'єктів безпечних районів з прийому і розміщення евакуйованого населення.

У разі оголошення евакуації громадяни самостійно на міських транспортних засобах, які у цей період працюють цілодобово, прибувають на збірні евакуаційні пункти. Працівники цих пунктів розподіляють громадян, які підлягають евакуації, за транспортними засобами, інструктують їх і забезпечують посадку на транспортні засоби.

Евакуйовані громадяни повинні мати при собі паспорт, військовий квиток, документ про освіту, трудову книжку або пенсійне посвідчення, свідоцтво про народження, гроші і цінності, продукти харчування і воду на 3 доби, постільну білизну, необхідний одяг і взуття загальною вагою не більш як 50 кілограмів на кожного члена сім'ї. Дітям дошкільного віку вкладається у кишеню або пришивається до одягу записка, де зазначається прізвище, ім'я та по батькові, домашня адреса, а також ім'я та по батькові матері і батька.

4.4. Висновки до розділу 4

В даному розділі описані актуальні питання щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Була опрацьована інформація стосовно комплексу заходів щодо забезпечення електробезпеки під час розробки проекрованої системи. Також, розглянуті питання щодо комп'ютерного забезпечення процесу оцінки радіаційної та хімічної обстановки і планування та порядку проведення евакуації населення з районів наслідків впливу НС техногенного та природного характеру.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі розв'язана актуальна задача щодо реалізації методів та програмно-апаратних засобів дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання на основі IoT. Основні результати:

1. Здійснений огляд сучасних тенденцій та наукових досліджень у галузі моніторингу інтенсивності УФ-випромінювання дозволив визначити переваги та недоліки різних підходів та методів.

2. Досліджено теоретичні аспекти використання методів вимірювання УФ-випромінювання в різних галузях, що відкриває перспективи застосування розробленої системи у різноманітних сферах.

3. Успішно реалізовані апаратні засоби системи дистанційного контролю інтенсивності УФ-випромінювання на основі інтернету речей. Описано структуру системи та роботу її компонентів.

4. Розроблене ПЗ для мікроконтролера ESP32 використовуючи хмарну платформу Arduino Cloud для реалізації вимірювання індексу УФ-випромінювання та відображення результатів моніторингу у реальному часі у веб-інтерфейсі.

5. Проведене експериментальне дослідження підтвердило ефективність системи, а отримані результати дозволили оцінити точність та стабільність вимірювань в різних умовах та в реальних сценаріях використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кузь В.І., Ткачук Р.А., Яненко О.П. Екологічний контроль системи ультрафіолетового випромінювання у фототерапії. Матеріали конференції VI Всеукраїнського з'їзду екологів. ВНТУ. 2017. Р. 174.
2. Turner J., Igoe D., Parisi A.V., McGonigle A.J., Amar A., Wainwright L. A review on the ability of smartphones to detect ultraviolet (UV) radiation and their potential to be used in UV research and for public education purposes. *Science of the Total Environment*. Vol. 706. 2020. P. 135873.
3. Purananunak C., Yanavanich S., Tongpoon C., Phienthrakul T. A system for ultraviolet monitoring, alert, and prediction. In 2018 10th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST). 2018. P. 237-241.
4. Amini N., Matthews J., Dabiri F., Vahdatpour A., Noshadi H., Sarrafzadeh M.. A Wireless Embedded Device For Personalized Ultraviolet Monitoring. *Proceedings of the International Conference on Biomedical Electronics and Devices*. Biodevices. 2009. P. 220-225.
5. Amini N., Matthews J.E., Vahdatpour A., Sarrafzadeh M. The design of a wireless portable device for personalized ultraviolet monitoring. In *Biosensing II*. Vol. 7397. 2009. P. 150-161.
6. Ben Said M., Otaki M. Development of a DNA-dosimeter system for monitoring the effects of pulsed ultraviolet radiation. *Annals of Microbiology*. Vol. 63, 2013. P. 1057-1063.
7. Wu Y., Yang Z., Lin F., Xu W. Towards batteryfree and wireless sensing for personalized ultraviolet exposure monitoring. *IEEE Sensors Journal*. 18(13), 2018. P. 5515-5521.
8. Micheline Z., Mazzei C., Magurano F., Baggieri M., Marchi A., Andreotti M., Cara A., Gaudino A., Mazzalupi M., Antonelli F., Sommella L. UltraViolet SANitizing system for sterilization of ambulances fleets and for real-time monitoring of their sterilization level. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 19, Issue 1. 2021. P. 331.
9. Кочук Д.М., Ваховська А.В., Назаревич О.Б. Використання засобів IoT для

моніторингу стану навколишнього середовища. Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій”, Т. 2, 2017. Р. 104-105.

10. Люксометр для вимірювання потужності ультрафіолетового випромінювання UVAB TENMARS TM-223. URL: <https://simvolt.ua/lyuksmetr-dlya-vimiryuvannya-potuzhnost-ultrafoletovogo-vipromnyuvannya-uvab-tenmars-tm-213.html/> (дата звернення: 14.11.2023).

11. Вимірювач інтенсивності ультрафіолетового випромінювання (UVC) LUTRON UVC-254A. URL: <https://simvolt.ua/vimiruvach-intensivnosti-ultrafoletovogo-viprominuvannya-uvc-lutron-uvc-254a/> (дата звернення: 15.11.2023).

12. Вимірювач інтенсивності УФ випромінювання (220–280 нм, UVC) DELTA OHM HD2302.0 з датчиком LP471UVC. URL: <https://simvolt.ua/vimiruvach-intensivnosti-uf-viprominuvannya-220280-nm-uvc-delta-ohm-hd2302.0-z-datchikom-lp471uvc/> (дата звернення: 16.11.2023).

13. Севальнев А.І., Гребняк М.П., Федорченко Р.А., Кірсанова О.В., Куцак А.В., Шаравара Л.П., Соколовська І.А., Волкова Ю.В. Ультрафіолетове випромінювання. Гігієнічні аспекти його використання в медицині: навч.-метод. посібник до практ. занять та самостійної роботи студентів III курсів медичних факультетів з навчальної дисципліни «Гігієна та екологія» для спеціальності 222 «Медицина». Запоріжжя : ЗДМУ. 2020. 114 с.

14. Семенов А.О., Попов С.В., Сахно Т.В., Тарасенко Д.С. Ультрафіолет: сфери використання та джерела випромінювання. Монографія. Полтава: ПП «Астроя», 2023. 190 с.

15. Лилик І.В., Паламар А.М. Комп'ютерна система дистанційного контролю інтенсивності ультрафіолетового випромінювання. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей XII міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 6-7 грудня 2023 року), Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. С. 426.

16. Лилик І.В., Паламар А.М. Комп'ютеризована система моніторингу рівня ультрафіолетового випромінювання на основі інтернету речей. Матеріали XI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології»

Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (Тернопіль, 13-14 грудня 2023 року), Тернопіль: ТНТУ, 2023. С. 163.

17. Лупенко С.А., Луцик Н.С., Луцків А.М., Осухівська Г.М., Тиш Є.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» другого (магістерського) рівня вищої освіти усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2021. 34 с.

18. Palamar A. Intelligent control and monitoring module for uninterruptible power supply system. II International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» (MC&FPGA-2020), Kharkiv, Ukraine. 2020. P. 12-13.

19. Vasylykivskiy I., Ishchenko V., Pohrebennyk V., Palamar M., Palamar A. System of water objects pollution monitoring. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2017), Vienna, Austria, November, 27–29, 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.

20. Паламар М., Пастернак Ю., Паламар А. Дослідження динамічних похибок системи прецизійного керування антеною з асинхронним електроприводом. Вісник ТНТУ, Тернопіль: ТНТУ, 2014. Вип. 76, № 4. С. 164–173.

21. Palamar A. Methods and means of increasing the reliability of computerized modular uninterruptible power supply system. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 99, No 3. P. 133–141.

22. Паламар А.М., Осов'як І.І. Комп'ютерна інформаційно-вимірювальна система для моніторингу пристроїв безперебійного електроживлення. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції "Світлотехніка й електротехніка: історія, проблеми, перспективи", Тернопіль: ТзОВ "Видавництво Астон", 2015. С. 111-112.

23. Palamar A., Pettai E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics. 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 11-16, 2010), Pärnu, Estonia, 2010. P. 54-61.

24. Yatsyshyn V., Pastukh O., Palamar A., Zharovsky R. Technology of relational database management systems performance evaluation during computer systems design.

Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2023. Vol. 109, No 1. P. 54–65.

25. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Інформаційно-вимірjuвальна система для контролю метеорологічних параметрів на основі Інтернету речей. Матеріали ІХ науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології" Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (Тернопіль, 8–9 грудня 2021 року), Тернопіль: ТНТУ, 2021. С. 118.

26. Романов Д.В., Осухівська Г.М., Паламар А.М. Система управління зовнішнім освітленням на основі Інтернету речей. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей Х міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 24-25 листопада 2021 року), Тернопіль: ТНТУ, 2021. С. 120.

27. Palamar A., Karpinski M., Palamar M., Osukhivska H., Mytnyk M. Remote Air Pollution Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, Ternopil, Ukraine, November 22–24, 2022. Vol. 3309. P. 194-204.

28. Романов Д.В., Осухівська Г.М., Паламар А.М. Функціональна схема системи керування зовнішнім освітленням на основі технології LoRa. Матеріали ІХ науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології" Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (Тернопіль, 8–9 грудня 2021 року), Тернопіль: ТНТУ, 2021. С. 124.

29. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей Х міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів, Тернопіль: ТНТУ, 2021. С. 112.

30. Погребенник В.Д., Клим Г.І., Бордун І.М., Пташник В.В., Паламар А.М. Системи оперативного контролю інтегральних параметрів водного середовища. Т. 2. Елементи комп'ютерних систем оперативного контролю: колективна монографія. Житомир: Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 180 с.

31. Ларіоник Р.В., Луцик Н.С., Паламар А.М. Система для моніторингу якості атмосферного повітря на базі IoT. Матеріали ІХ науково-технічної конференції

"Інформаційні моделі, системи та технології" Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 116.

32. Охорона праці в офісі. Вимоги до робочого місця офісного працівника. URL: <https://gs.ua/uk/oxorona-praci-v-ofisi-vimogi-do-robochogomiscya-ofisnogo-pracivnika/> (дата звернення: 26.11.2023).

33. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. К.: Основа. 2011. 551 с.

34. Желібо Є. П., Сагайдак І. С. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник для аудиторної та практичної роботи. К.: ЕКОМЕН. 2011. 200 с.

35. Васійчук В.О., Гончарук В.Є., Качан С.І., Мохняк С.М. Основи цивільного захисту: Навчальний посібник. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка". 2010. 417с.

36. Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. Цивільна оборона. Навчальний посібник. За редакцією полковника В.С. Франчука. Львів: Афіша. 2000. 336 с.

37. Аветисян В.Г., Сенчихін Ю.М., Кулаков С.В., Куліш Ю.О., Александров В.Л., Адаменко М.І., Ткачук Р.С., Тригуб В.В. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 1: Посібник. За загальною редакцією Пшеничного В.Н. К.: Основа, 2006. 240 с.

Додаток А
Тези конференцій

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**ХІІ Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
6-7 грудня 2023 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2023

УДК 681.518.3

І. В. Лилик, А. М. Паламар, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

I. V. Lylyk, A. M. Palamar, Ph.D, Assoc. Prof.,

COMPUTER SYSTEM FOR ULTRAVIOLET RADIATION INTENSITY REMOTE MONITORING

В сучасному світі набуває все більшої актуальності проблема негативного впливу ультрафіолетового (УФ) випромінювання на навколишнє середовище та здоров'я людини [1]. З метою захисту від його шкідливих наслідків виникає потреба в удосконаленні методів та засобів контролю за інтенсивністю УФ випромінювання.

Метою цього дослідження є створення системи дистанційного контролю інтенсивності УФ випромінювання, яка базується на технологіях Інтернету речей (IoT). Основним компонентом системи є WiFi модуль ESP32, який відповідальний за збір, обробку та передачу даних. Для точних вимірів рівня ультрафіолетового випромінювання використовується датчик Si1145. Висока чутливість та точність цього датчика гарантують отримання надійних даних, а вбудований корекційний фільтр забезпечує точні результати вимірювання в реальному часі. Інформація, зібрана датчиком, передається через WiFi модуль ESP32 на IoT сервер для подальшого аналізу та візуалізації (рис. 1).



Рисунок 1. Структура системи дистанційного контролю інтенсивності УФ випромінювання

Взаємодія компонентів системи гарантує її надійність та ефективність. Серед переваг системи варто відзначити можливість віддаленого відстеження рівня інтенсивності УФ в реальному часі. Використання технологій IoT дозволяє автоматизувати процес збору та аналізу даних.

Література

І. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей Х міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів, Тернопіль: ТНТУ, 2021. С. 112.

38.	Т. Крамар ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ АВТОМАТИЧНЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ ПУНКТИВ НЕЗЛАМНОСТІ ПІД ЧАС ВІДКЛЮЧЕНЬ У ЗИМІ 2023 В ПРИФРОНТОВИХ ЗОНАХ УКРАЇНИ	415
39.	Б. Б. Млинко, О. П. Стефанюк АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВИХ РУШІЇВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ НА ОСНОВІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ	417
40.	Н. М. Коцюк, В. Д. Тимошук, Ю. О. Момоток, Н. С. Луцик СИСТЕМА РЕЗЕРВУВАННЯ ТРАФІКУ НА ОСНОВІ МІКРОТІК	419
41.	В. В. Василюшин, В. Д. Тимошук, Н. Ю. Кітчак, Н. С. Луцик АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ATTINY85, ATMEGA8, RP2040	420
42.	А. М. Ковтко, Н. В. Лещук, І. Р. Козбур, І. В. Коноваленко АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ	421
43.	О. Ю. Замора, А. В. Немеришин, І. Р. Козбур, О. Р. Дмитрів АНАЛІЗ МЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛІВ МНОЖИННОГО ДОСТУПУ	423
44.	М. В. Дрогобицький, Н. С. Луцик, А. М. Паламар КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ ШУМУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	425
45.	І. В. Лилик, А. М. Паламар КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ІНТЕНСИВНОСТІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	426
46.	А. М. Паламар, Д. С. Сомін, В. П. Волоський КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА РІВНЕМ НАСИЧЕННЯ КИСНЕМ КРОВІ ЛЮДИНИ	427
47.	М. В. Криховецький МЕТОДИ ВІЯВЛЕННЯ ДРОНІВ НА БАЗІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	428
48.	Д. І. Муштин МОБІЛЬНА МЕТЕОСТАНЦІЯ ДЛЯ ОБПРИСКУВАЧА	431
49.	Л. Є. Мосій, І. В. Струтинська, Г. В. Козбур РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЦИФРОВІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ.	432
50.	О. Є. Подвисоцький; Н. Б. Стадник МЕТОДИ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В РОЗУМНОМУ БУДИНКУ	435
51.	А. М. Паламар, Р. О. Романчук КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПИЛОМ	436
52.	Є. В. Тиш, Р. І. Шалапай ТИПИ ВИМОГ ДО КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕТОДИ ЇХ ВІЯВЛЕННЯ	437
53.	А. М. Луцків, С. В. Макогон НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ ПІДХОДИ ДО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕКСТОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ В АУДІОПОТІК	438
54.	В. В. Яцишин канд. І. М. Кучма ПОБУДОВА ОНТОЛОГІЙ ЯК СПОСІБ ЕФЕКТИВНОГО	439

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

МАТЕРІАЛИ

**XI НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



13-14 грудня 2023 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2023**

УДК 681.518.3

I.V. Лилик, А.М. Паламар, канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

**КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РІВНЯ
УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ**

I.V. Lylyk, A.M. Palamar, Ph.D, Assoc. Prof.

**COMPUTERIZED ULTRAVIOLET RADIATION LEVEL MONITORING SYSTEM
BASED ON THE INTERNET OF THINGS**

Проблема негативного впливу ультрафіолетового (УФ) випромінювання на здоров'я людини та навколишнє середовище стає надзвичайно актуальною в сучасному світі [1]. Враховуючи це, актуальною задачею є розробка та вдосконалення засобів та методів контролю інтенсивності УФ випромінювання для захисту від його негативного впливу.

Метою даного дослідження є створення та вдосконалення комп'ютеризованої системи моніторингу рівня ультрафіолетового випромінювання на основі технології Інтернету речей (IoT) [2].

Розроблена система базується на модулі WiFi ESP32, що відповідає за збір, опрацювання та передачу даних. Ключовим елементом системи є датчик Si1145, який забезпечує точне вимірювання рівня ультрафіолетового випромінювання. Дані від датчика передаються за допомогою WiFi модуля на IoT сервер для візуалізації та подальшого аналізу.

Мікроконтролер ESP32 забезпечує збір та передачу даних, гарантуючи їхню доступність в реальному часі. Датчик Si1145 володіє високою чутливістю та точністю, надаючи достовірні результати вимірювання рівня інтенсивності ультрафіолетового випромінювання.

Однією з ключових переваг системи є можливість віддаленого моніторингу рівня інтенсивності УФ в режимі реального часу. Використання технологій інтернету речей спрощує збір та аналіз даних, підвищуючи ефективність та зручність використання системи моніторингу.

Розроблена система комп'ютеризованого моніторингу рівня ультрафіолетового випромінювання на основі IoT є перспективним рішенням для надійного та ефективного контролю впливу УФ випромінювання на здоров'я та навколишнє середовище.

Література

1. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Інформаційно-вимірвальна система для контролю метеорологічних параметрів на основі Інтернету речей. Матеріали ІХ науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології" Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (Тернопіль, 8–9 грудня 2021 року), Тернопіль: ТНТУ, 2021. С. 118.

2. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей X міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 24–25 листопада 2021 року), Тернопіль: ТНТУ, 2021. С. 112.

Ясній О.П., Крисюк І.В. ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА НАДІЙНІСТЬ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕСІ ЇХ РОЗРОБКИ Yasniy O.P., Krysiuk I.V. EFFECTS RELIABILITY FACTORS OF COMPUTER SYSTEMS IN THE PROCESS OF THEIR DEVELOPMENT	161
Василь Яцишин, Іван Кучма КЛАСИФІКАЦІЯ ОНТОЛОГІЙ В ПРОЦЕСІ МОДЕЛЮВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ Vasyl Yatsyshyn, Ivan Kuchma CLASSIFICATION OF ONTOLOGIES IN THE PROCESS OF COMPUTER NETWORK MODELING	162
І.В. Луцьк, А.М. Паламар КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА МОНИТОРИНГУ РІВНЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ I.V. Lylyk, A.M. Palamar COMPUTERIZED ULTRAVIOLET RADIATION LEVEL MONITORING SYSTEM BASED ON THE INTERNET OF THINGS	163
Андрій Луцьк, Сергій Макогон ТИПИ АРХІТЕКТУР НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕКСТОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ У ЗВУКОВИЙ ПОТІК Andriy Lutskiv, Serhii Makohon TYPES OF NEURAL NETWORK ARCHITECTURES FOR TEXT TO SPEECH	164
Андрій Луцьк, Юрій Мельничук МУЛЬТИАГЕНТНА ОРГАНІЗАЦІЯ СЕРВЕРА ОНЛАЙН АУКЦІОНІВ Andriy Lutskiv, Yuriy Melnychuk MULTI-AGENCY ONLINE AUCTION SERVER ORGANIZATION	165
Галина Осухівська, Денис Муштин КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗА МЕТЕОДАНИМИ ДЛЯ ОБПРИСКУВАЧА Halyna Osukhivska, Denys Mushtyn COMPUTERIZED METEODATA CONTROL SYSTEM FOR SPRAYER	166
Т.А. Озарків; Р.О. Жаровський МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ EIGRP ПРОТОКОЛУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ T. A. Ozarkiv; R.O. Zharovskyi THE METHOD OF OPTIMIZING THE EIGRP PROTOCOL TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF DATA TRANSMISSION IN COMPUTER NETWORKS	167
Андрій Луцьк, Андрій Островський ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТУПУ ДО МОДЕЛІ GPT-3 ЗАСОБАМИ МОВИ PYTHON Andriy Lutskiv, Andriy Ostrovskiy ORGANIZING ACCESS TO THE GPT-3 MODEL USING PYTHON	168
А.М. Паламар, Р.О. Романчук, М.В. Дрогобиський КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПИЛУ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ A.M. Palamar, R.O. Romanchuk, M.V. Drohobytskyi COMPUTERIZED SYSTEM FOR REMOTE MONITORING OF DUST CONCENTRATION LEVEL BASED ON THE INTERNET OF THINGS	169
Ярослав Панчишин СТРУКТУРА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ МІНІ-ТЕПЛИЦІ Yaroslav Panchyshyn STRUCTURE OF THE MINI-GREENHOUSE MICROCLIMATE PARAMETER CONTROL SYSTEM	170