

Шифр «125696KVKO»

**«Автоматизована оптоелектронна система
екологічного моніторингу»**

2019 р.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 3 |
| 1 Моделювання концентрації забруднюючих речовин в атмосфері..... | 4 |
| 1.1 Методи екологічного моніторингу навколишнього середовища..... | 4 |
| 1.2 Розрахунок концентрацій викидів стаціонарних джерел..... | 4 |
| 1.3 Розрахунок концентрації фенолу..... | 8 |
| 1.4 Розрахунок концентрації діоксиду нітрогену (NO_2)..... | 9 |
| 1.5 Розрахунок концентрації оксиду нітрогену (NO)..... | 10 |
| 1.6 Розрахунок концентрації оксиду карбону (CO)..... | 11 |
| 1.7 Розрахунок концентрації пилу..... | 12 |
| 2 Розробка автоматизованого оптоелектронного пристрою екологічного моніторингу..... | 13 |
| 2.1 Вибір головного мікроконтролера..... | 13 |
| 2.2 Вибір сенсорів метеорологічних показників (температура, тиск, вологість)..... | 15 |
| 2.3 Підбір та розрахунок параметрів сенсорів CO_2 | 16 |
| 2.4 Підбір та розрахунок параметрів сенсорів диму, пилу та формальдегіду..... | 17 |
| 2.5 Вибір модулів синхронізації часу та зв'язку..... | 19 |
| 3 Вдосконалення гео-інформаційної автоматизованої оптоелектронної системи екологічного моніторингу, прийому, аналізу та візуалізації даних..... | 20 |
| 3.1 Оцінювання типових WEB-систем..... | 20 |
| 3.2 Опис роботи автоматизованої оптоелектронної системи екологічного моніторингу..... | 20 |
| Висновки..... | 26 |
| Перелік джерел посилань..... | 27 |
| Додатки..... | 30 |
| Додаток А. Схема електрична принципова автоматизованого оптоелектронного пристрою екологічного моніторингу | |
| Додаток Б. Структурна схема автоматизованої оптоелектронної системи екологічного моніторингу | |

ВСТУП

Екологічні питання часто потребують термінових і відповідних дій, ефективність яких безпосередньо пов'язана з оперативністю обробки та подання інформації. При загальному підході, характерному для екології, як правило використовують загальні характеристики навколишнього середовища, внаслідок чого, обсяги мінімальної інформації, зазвичай надто великі.

Проте звичайного накопичення даних замало. Дані мають бути доступними та систематизованими відповідно до потреб. Чудово, якщо є можливість зв'язати різні дані один з одним, порівняти, проаналізувати, переглянути їх у наочному вигляді, наприклад, у формі карти, схеми, таблиці, креслення, діаграми. На етапі обробки та аналізу даних вагоме, але аж ніяк не першочергове місце займає технічна оснащеність дослідника, що складається з апаратних засобів і програмного забезпечення. У даному випадку, зазвичай використовують сучасні потужні технології гео-інформаційних систем (ГІС) [1]–[3].

Гео-інформаційна система має певний набір характеристик, які дають змогу вважати її першочерговою технологією для аналізу та обробки інформації. У концепції ГІС передбачені можливості збору, аналізу та обробки будь-яких прив'язаних до конкретного місця або розподілених в просторі даних. Якщо необхідно представити деяку інформацію у вигляді мапи, діаграми або графіка, сформувати, доповнити або змінити базу даних, інтегрувати її з іншими базами – єдиною правильною дією є побудова гео-інформаційної системи [1] –[4].

1 МОДЕЛЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРІ

1.1 Методи екологічного моніторингу навколишнього середовища

Математичне моделювання та прогнозування екологічної системи здійснено завдяки методиці ОНД-86. Обчислення концентрації забруднюючих речовин, які цілком або частинно хімічно перетворюються в більш небезпечні речовини, відбувається за кожною вихідною і утвореною речовиною відокремлено. До того ж потужність джерела для певної речовини визначається з обчисленням максимально припустимої трансформації вихідної речовини в більш токсичну. Розрахунками встановлюються разові концентрації [5]–[7].

Для спрощення моделювання розрахунки проводились для температури повітря 20°C та швидкості вітру 0,5 м/с.

1.2 Розрахунок концентрацій викидів стаціонарних джерел

Розрахунок концентрації забруднюючих речовин в атмосфері без врахування впливу забудови здійснюється за методикою ОНД – 86 для точкових джерел і проводиться за допомогою програмного забезпечення *Mathcad*.

Розпочнемо розрахунок із обрахування витрат газоповітряної суміші:

$$\omega = \frac{4 \times V}{\pi \times D^2}, [\text{мг/м}^3], \quad (2.1)$$

де: D - діаметр устя джерела викиду, V - швидкість виходу газоподібної суміші з труби.

Розрахуємо коефіцієнти, необхідні для визначення максимальної концентрації. Безрозмірний коефіцієнт f визначаємо як:

$$f = \frac{1000 \times \omega^2 \times D}{H^2 \times \Delta T}, \quad (2.2)$$

де: ΔT – різниця між температурою газоповітряної суміші та температурою навколишнього середовища, H – висота джерела викиду [8].

Інший коефіцієнт v буде рівний:

$$v = 0,65 \times \left(\frac{V \times \Delta T}{H} \right)^{1/3}, \quad (2.3)$$

Аналізуючи числове значення коефіцієнта f потрібно порівняти його із значенням 100. Якщо значення коефіцієнта менше то тоді розраховуємо коефіцієнт m , що є одним із коефіцієнтів, що враховує умови виходу газоповітряної суміші з устя джерела викиду:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \times f^{1/2} + 0,34 \times f^{1/3}}, \quad (2.4)$$

При розрахунку другого із коефіцієнтів, що враховує умови виходу газоповітряної суміші з устя джерела викиду n необхідно щоб виконувались умови $f \leq 100$ та $v > 2$. При виконанні умов коефіцієнт обраховується за формулою [8], [9]:

$$n = 0,532 \times v^2 - 2,13 \times v + 3,13, \quad (2.5)$$

Після обрахунку усіх параметрів підставляємо значення у загальну формулу та отримуємо значення максимальної концентрації у повітрі:

$$C = \frac{A \times M \times F \times m \times n \times \eta}{H^2 (V \times \Delta T)^{1/2}}, [\text{мг/м}^3], \quad (2.6)$$

де: A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери (для території країни $A = 200$), F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання забруднюючої речовини в атмосферному повітрі (для газів та мілкодисперсних аерозолів $F = 1$), η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості (для усієї Вінницької області, де перепади висот не перевищують 50 м на 1 км $\eta = 1$), M – кількість забруднюючої речовини, що виходить із устя за секунду [8, 9].

Для розрахунку відстані від джерела викидів до точки максимальної концентрації визначимо безрозмірний коефіцієнт d , який розраховується за наступною формулою при умові, що $0.5 \leq V_m \leq 2$ та $f < 100$:

$$d = 7 \times \sqrt{v} (1 + 0,28 \times f^{1/3}), \quad (2.7)$$

Розрахуємо відстань до максимальної концентрації:

$$X_{max} = \frac{5-f}{4} \times d \times H, [\text{м}]. \quad (2.8)$$

Побудуємо графік залежності викидів забруднюючої речовини в залежності від відстані від джерела викидів. Для цього введемо нову змінну [8], [9]:

$$R = \frac{X}{X_{max}}, \quad (2.9)$$

де X – відстань від джерела викидів у метрах.

Після цього визначаємо параметр $S(X)$, який у свою чергу має різні формули в залежності від відстані від джерела викидів. Якщо відстань на якій визначається концентрація менша за відстань X_{max} то її визначаємо за формулою:

$$S(X) = 3 \times R^4 - 8 \times R^3 + 6 \times R^2 \quad (2.10)$$

При умові, що відстань буде більшою за X_{max} , але не більше за $8 * X_{max}$ тоді формула матиме вигляд:

$$S(X) = \frac{1,13}{0,13 \times R^2 + 1} \quad (2.11)$$

У інших випадках, тобто коли відстань буде більша за $8 \times X_{max}$, визначаємо її як:

$$S(X) = \frac{R}{3,58 \times R^2 - 35,2 \times R + 120}. \quad (2.12)$$

В якості комплексного показника (показника, який враховує наявність в повітрі всіх речовин, навіть тих, у яких їх концентрація не перевищує ГДК) якості атмосферного повітря найбільш часто використовують індекс забруднення атмосфери (ІЗА):

$$I = \sum_i m_i \times \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (2.13)$$

де i - кількість шкідливих речовин, виявлених в атмосферному повітрі території; C_i - концентрація i -тої речовини, мг/м³; ГДК _{i} - гранично допустима

концентрація i -тої речовини; m_i - коефіцієнт екологічної небезпеки i -тої речовини.

1.3 Розрахунок концентрації фенолу

Гранично допустима концентрація діоксиду нітрогену у повітрі складає $0,001 \text{ мг/м}^3$ [6]. Для моделювання розрахунку візьмемо наступні дані. Нехай підприємство має одне джерело викидів, висотою 44 м та діаметром 2,7 м. Температура ГПВ та навколишнього середовища рівна 87°C та 20°C відповідно. Викиди фенолу складають $2,2 \text{ г/с}$. Швидкість виходу фенолу з труби 7 м/с [8] – [11].

Розрахувавши усі коефіцієнти та параметри маємо наступні результати.

$$\begin{aligned} \omega &= 1.223 & f &= 0.031 & v &= 1.43 & m &= 1.259 & n &= 1.172 \\ C &= 0.015 & d &= 9.11 & X &= 497.907 \end{aligned}$$

Як бачимо пік концентрації приходить на відстань 498 метрів. Це означає, що концентрація від джерела викиду буде збільшуватись до максимального значення на вказаній відстані, після чого буде поступово зменшуватись до нульового значення. Графік залежності концентрації фенолу в повітрі від відстані від джерела викиду зображено на рисунку 1.1.

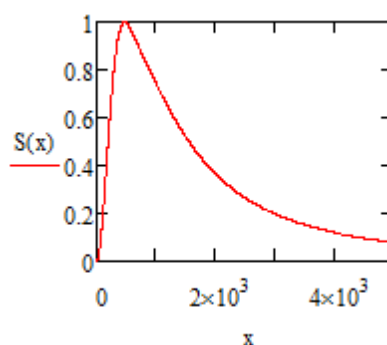


Рисунок 1.1 – Графік залежності концентрації фенолу в повітрі

1.4 Розрахунок концентрації діоксиду нітрогену (NO_2)

Гранично допустима концентрація діоксиду нітрогену у повітрі складає $0,085 \text{ мг/м}^3$. Нехай підприємство має одне джерело викидів, висотою 23 м та діаметром 1,5 м. Температура ГПВ та навколишнього середовища рівна 100 та 20°C відповідно. Викиди забруднюючої речовини складають $0,0785 \text{ г/с}$. Швидкість виходу діоксиду нітрогену з труби $0,3 \text{ м/с}$ [8] – [11].

Розрахувавши усі коефіцієнти та параметри маємо наступні результати.

$$\omega = 0.17 \quad f = 1.022 \times 10^{-3} \quad v = 0.659 \quad m = 1.414 \quad n = 1.957$$

$$C = 0.017 \quad d = 5.844 \quad X = 167.982$$

Як бачимо пік концентрації приходить на відстань 168 метрів. Це означає, що концентрація від джерела викиду буде збільшуватись до максимального значення на вказаній відстані, після чого буде поступово зменшуватись до нульового значення. Графік концентрації діоксиду нітрогену в повітрі від відстані до джерела викиду зображено на рисунку 1.2.

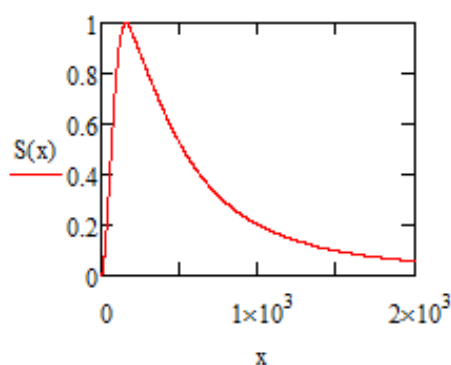


Рисунок 1.2 – Графік концентрації діоксиду нітрогену в повітрі

1.5 Розрахунок концентрації оксиду нітрогену (NO)

Гранично допустима концентрація оксиду нітрогену у повітрі складає $0,085 \text{ мг/м}^3$. Нехай підприємство має одне джерело викидів, висотою $19,4 \text{ м}$ та діаметром $1,1 \text{ м}$. Температура ГПВ та навколишнього середовища рівна $104,1$ та 20°C відповідно. Викиди забруднюючої речовини складають $0,0815 \text{ г/с}$. Швидкість виходу оксиду нітрогену з труби $0,5 \text{ м/с}$ [8] – [11].

Розрахувавши усі коефіцієнти та параметри маємо наступні результати.

$$\omega = 0.526 \quad f = 9.62 \times 10^{-3} \quad v = 0.841 \quad m = 1.33 \quad n = 1.715$$

$$C = 0.015 \quad d = 6.803 \quad X = 164.644$$

Як бачимо пік концентрації приходить на відстань 165 метрів. Це означає, що концентрація від джерела викиду буде збільшуватись до максимального значення на вказаній відстані, після чого буде поступово зменшуватись до нульового значення. Графік концентрації оксиду нітрогену в повітрі від відстані до джерела викиду зображено на рисунку 1.3.

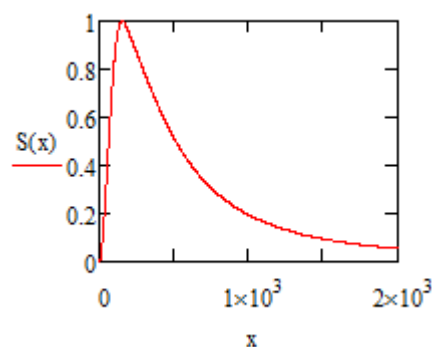


Рисунок 1.3 – Графік концентрації оксиду нітрогену в повітрі

1.6 Розрахунок концентрації оксиду карбону (CO)

Гранично допустима концентрація оксиду карбону у повітрі складає 250 мг/м^3 . Нехай підприємство має джерело викидів, висотою $29,4 \text{ м}$ та діаметром $1,9 \text{ м}$. Температура ГПВ та навколишнього середовища рівна $124,5$ та 20°C відповідно. Викиди забруднюючої речовини складають $0,0959 \text{ г/с}$. Швидкість виходу оксиду карбону з труби $0,8 \text{ м/с}$.

Розрахувавши усі коефіцієнти та параметри маємо наступні результати.

$$\omega = 0.282 \quad f = 1.675 \times 10^{-3} \quad v = 0.921 \quad m = 1.4 \quad n = 1.62$$

$$C = 5.502 \times 10^{-3} \quad d = 6.941 \quad X = 254.985$$

Як бачимо пік концентрації приходить на відстань 255 метрів. Це означає, що концентрація від джерела викиду буде збільшуватись до максимального значення на вказаній відстані, після чого буде поступово зменшуватись до нульового значення. Графік концентрації оксиду карбону в повітрі від відстані до джерела викиду зображено на рисунку 1.4[8] –[11].

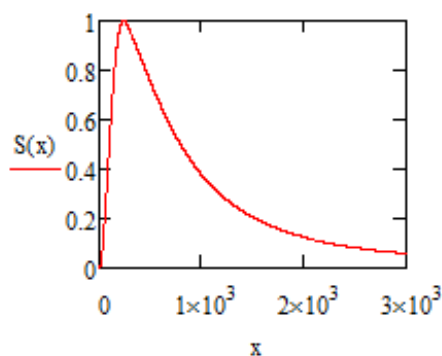


Рисунок 1.4– Графік концентрації оксиду карбону в повітрі

1.7 Розрахунок концентрації пилу

Гранично допустима концентрація пилу у повітрі складає 1 мг/м^3 . Нехай підприємство має джерело викидів, висотою 15 м та діаметром 1 м . Температура ГПВ та навколишнього середовища рівна $75,5$ та 20°С відповідно. Викиди забруднюючої речовини складають $0,0794 \text{ г/с}$. Швидкість виходу пилу з труби $0,6 \text{ м/с}$.

Розрахувавши усі коефіцієнти та параметри маємо наступні результати.

$$\begin{aligned} \omega &= 0.764 & f &= 0.047 & v &= 0.848 & m &= 1.228 & n &= 1.706 \\ C &= 0.026 & d &= 7.096 & X &= 131.806 \end{aligned}$$

Як бачимо пік концентрації приходить на відстань 132 метри . Це означає, що концентрація від джерела викиду буде збільшуватись до максимального значення на вказаній відстані, після чого буде поступово зменшуватись до нульового значення. Графік концентрації пилу в повітрі від відстані до джерела викиду зображено на рисунку 1.5[8] –[11].

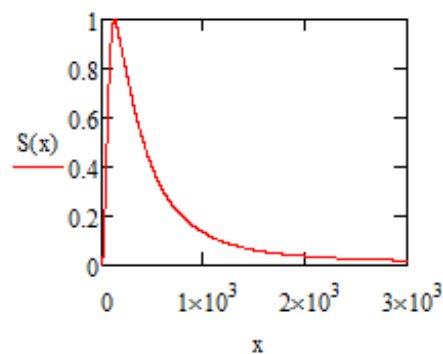


Рисунок 1.5 - Графік концентрації пилу в повітрі

далі частинки менша 2,5 мкм і останні до 10 мкм. Значення як і формальдегід $\mu\text{g} / \text{m}^3$. Ще нижче виводиться лічильник часток пилу різних фракцій на 1л повітря. Далі приведений графік вимірювань вмісту в повітрі вуглекислого газу CO_2 , в проміжку часу півгодини. Останнє значення концентрація CO_2 в *ppm*. Так званий «світлофор», який сигналізує про стан даної концентрації CO_2 . Зелений сигнал говорить про те що концентрація менше 900 *ppm*, жовтий концентрація від 900 *ppm* до 1500 *ppm*. Червоний сигнал сигналізує що концентрація вуглекислого газу вище 1500 *ppm* і це небезпечно для здоров'я і погано позначається на самопочутті. Головний екран пристрою зображено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Дисплей пристрою екологічного моніторингу

За роботу а також яскравість дисплею відповідає функція *GPI00 (D3)*. При подачі живлення за замовчуванням на даному виводі встановлюється високе значення $+3,3\text{V}$ і екран засвічується білим світлом. У модулі *init.lua* програмно встановлюємо низьке значення і екран вимикається на час ініціалізації. Після повної ініціалізації яскравість дисплея поступово збільшується з використанням широтно-імпульсної модуляції (ШИМ) управління в модулі *start.lua*. Функцією *init_spi_display ()* відбувається ініціалізація в модулі *InitModule.lua*. Виведення інформації на дисплей відбувається модулі *start.lua*. За графіку відповідає функція *printLCD1 ()*. За графіки відповідає функція *drawGraf ()*. [12] Графік показань CO_2 та

температури виводиться на дисплей за допомогою функції *printLCD* (). Коли графік досягає правої межі екрану, фон графіка перемальовується і лінія графіка з'являється знову починаючи з лівого краю. За графік і так званий «світлофор» CO_2 в правому нижньому кутку відповідає функція *graph* ().

Комплектуючі автоматизованого оптоелектронного пристрою екологічного моніторингу зображено на рисунку 2.3.

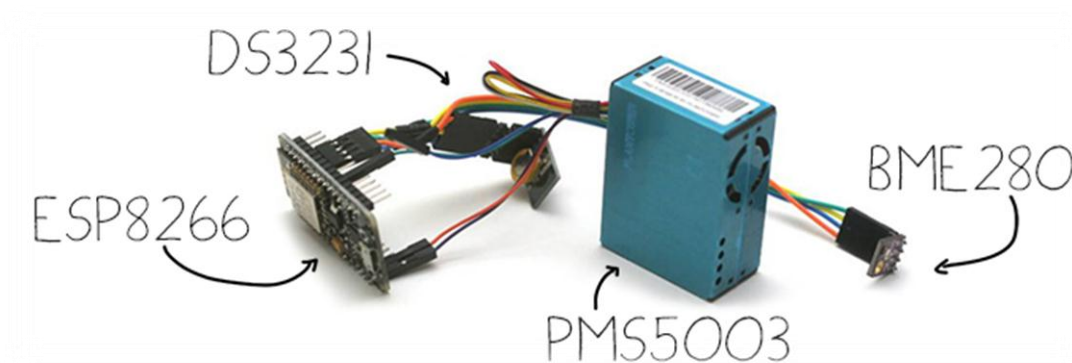


Рисунок 2.3 – Розробка пристрою моніторингу, де *ESP8266*– мікроконтролер, *DS3231*– годинник реального часу, *BME 280*– датчик температури, вологості та тиску, *PMS5003* – сенсор пилу

2.2 Вибір сенсорів метеорологічних показників (температура, тиск, вологість)

Як датчик температури використаний цифровий датчик *DS18B20*. При підключенні живлення починає працювати модуль *InitModule.lua* далі працює модуль налаштування `local ds18 = dofile ('ds18Init.lua') (2,2) ds18 = nil`, який здійснює пошук датчиків і визначає їх поточну адресу. Функція *addr (pin, cd)* подає адреси датчиків і зберігає їх в глобальній змінній *DS18_ADDR*. Перший параметр функції, це пін до якого підключена шина *1 wire*, через яку працюють датчики. Другий параметр це кількість датчиків. Температуру

Після включення живлення протягом хвилини, модуль надає не правдиві дані, занадто високі або низькі показники. Отримані дані записуються в глобальну змінну *ListTime* [3].*data*. Умовно розділено рівень CO_2 на три зони зелену– до 900 *ppm*, жовту– до 1500 *ppm*, і червону– вище 1500 *ppm*.

Основний цикл програми, це функція *time_loop* () в модулі *start.lua*. Перший крок 1 сек, решта кожні 10 сек. У модулі *initdatasensor.lua* відбувається створення основної таблиці даних *ListTime* та її ініціалізація.

Модуль *filedata.lua* використовується для відправки *UDP* повідомлення в мережу *WI – FI* для роботи програми на *PC* яка відображає дані з датчиків пристрою екологічного моніторингу [12], [13].

2.4 Підбір та розрахунок параметрів сенсорів диму, пилу та формальдегіду

Датчик пилу *PMS5003*, це бездисперсний інфрачервоний аналізатор, який вимірює концентрацію пилу за певними фракціями 1 мкм, 2.5 мкм і 10 мкм [53]. Має також лічильник частинок пилу розділений на 6 фракцій. Заявлена точність аналізатора 10%. Особливістю аналізатора є висока точність підрахунку кількості частинок, досягнута за рахунок внутрішньої обробки сигналу реєстратора пилу високопродуктивним мікро контролером *Cypress CY8C4245*. Структурна схема датчика *PMS5003* зображена на рисунку 2.5.

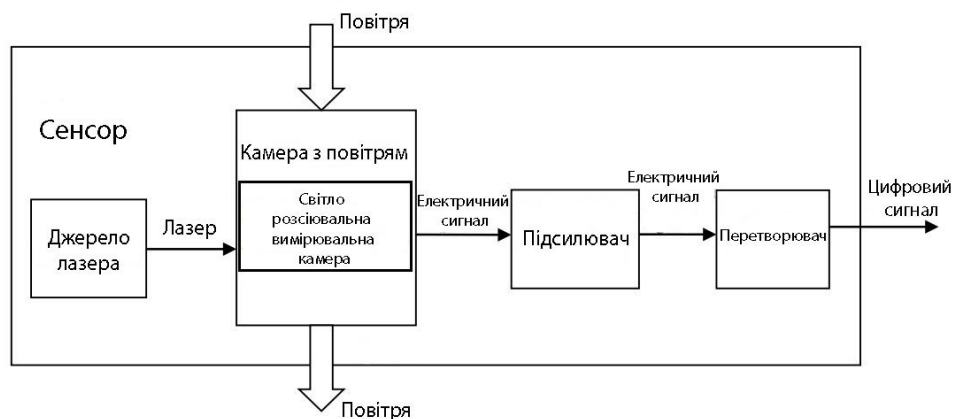


Рисунок 2.5– Структурна схема датчика *PMS5003*

Датчик пилу *PMS5003*, використовує теорію лазерного розсіювання. А саме розсіювання лазерного випромінювання у повітрі зважених частинок, під час збору розсіяного світла під певним кутом, щоб отримати інтенсивність розсіювання в порівнянні з годографом (кривою залежності від часу).

Після збору даних мікропроцесора отримується залежність між тимчасовою областю і частотною областю за допомогою перетворення Фур'є, а потім через ряд складних алгоритмів, щоб отримати кількість частинок в еквівалентних обсягах і об'ємних одиницях різного розміру. Графіки часових рядів по фракціях показано на рисунку 2.6.

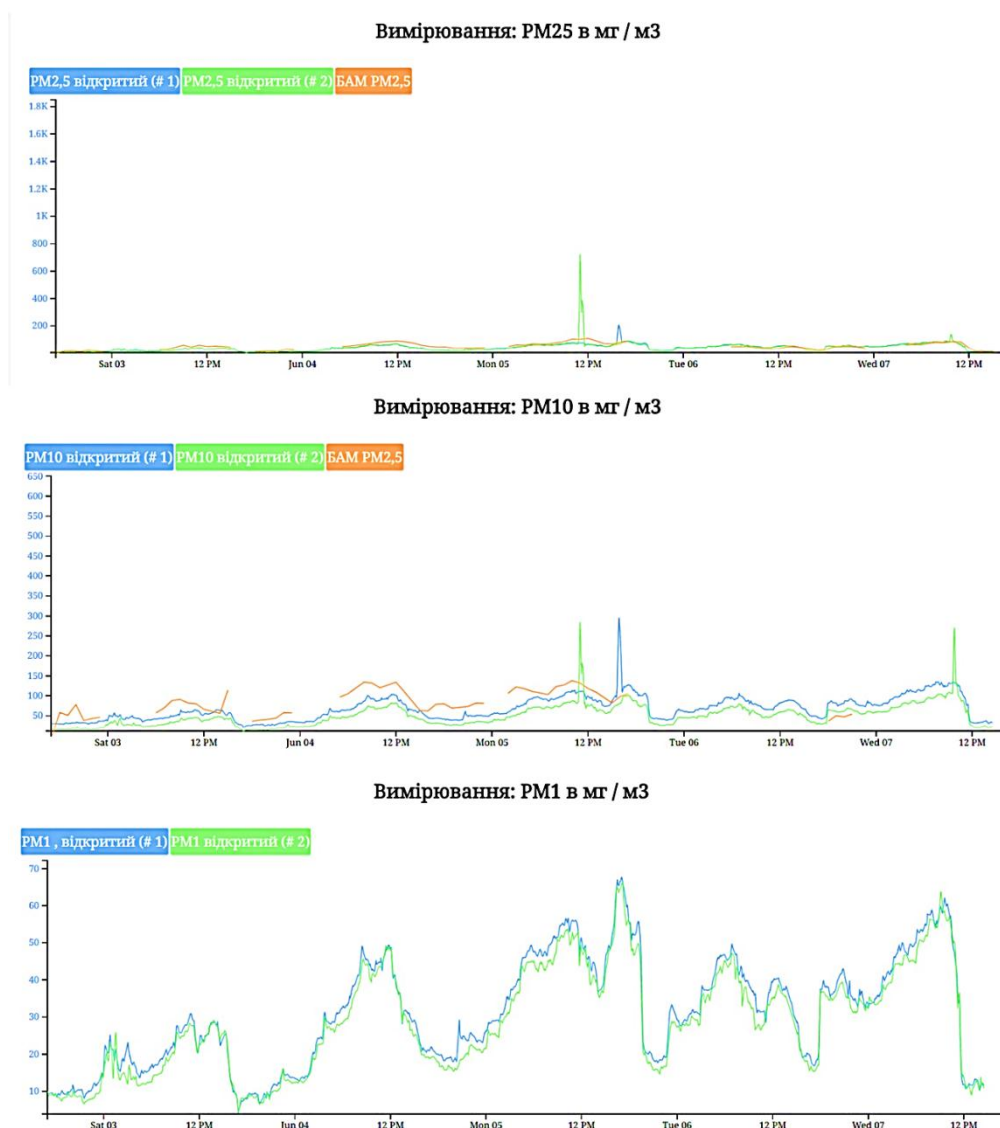


Рисунок 2.6– Графіки часових рядів по фракціях

Датчика *PMS5003* працює в активному режимі. Це означає що він сам автоматично через певні проміжки часу посилає інформацію в *UART*. Коли необхідно отримати інформацію з датчика, контролер підключається до нього за допомогою комутатора та очікує на дані [15].

Для поставлених задач оберемо датчик формальдегіду *ZP07 – MP901 Air – Quality Detection Module – CH₂O* – термостабілізований, електрохімічний датчик, котрий так само працює в активному режимі. Він самостійно, кожну секунду посилає дані в *UART* і коли контролер перемикає на нього комутатор, відбувається зчитування даних.

2.5 Вибір модулів синхронізації часу та зв'язку

Для виведення на екран часу і дати використовується модуль годинника реального часу *DS3231*, який працює по протоколу *I2C*. Заявлена точність 2 хвилини в рік. Для перемикання основного контролера *ESP8266* між датчиками та екраном використовується аналоговий комутатор *74HC4052*. Це здвоєний комутатор на 4 лінії. *ESP8266* використовує для *UART* виводи *D9, D10* але їх не можна використовувати, так як вони підключені до вбудованого на плату контролера адаптера *USB*. Тому відбувається перемикання на виходи *UART* на альтернативні контакти *D7, D8*. Але їх використовує шина *ISP* за допомоги якої контролер підключений до екрану пристрою. Саме для даних маніпуляцій використовується комутатор. Він має 2 входи і по 4 виходи [13], [14].

Кожен вихід може бути підключений до одного з 4 виходів. До кожного виходу підключений датчик, або дисплей. По керуючим лініям контролер вибирає до якого пристрою потрібно підключитися в даний момент. При виведенні на екран контролер підключається до дисплея, при зчитуванні даних до датчика. Схема підключення годинника реального часу *DS3231* до контролера *ESP8266* через комутатор *74HC4052* зображено на рисунку 3.17.

ЗВДОСКОНАЛЕННЯ ГЕО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОПТОЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ, ПРИЙОМУ, АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ

3.1 Оцінювання типових WEB-систем

Для реалізації системи були поставлені задачі, пов'язані із прийомом даних сервером, їх візуалізацією і обробкою з використанням WEB-технологій. Нині існує доволі багато систем з реалізацією аналогічних задач, всі вони працюють за доволі схожим принципом.

WEB-сайт системи esocitizens.online одержує дані, виконує їх обробку і візуалізацію в максимально зручному вигляді. Користувацький інтерфейс реалізований на основі адаптивних технологій, що дозволяє працювати в системі як з комп'ютера так і з мобільних пристроїв. Структурна схема автоматизованої оптоелектронної системи екологічного моніторингу наведена в Додатку Б

3.2 Опис роботи автоматизованої оптоелектронної системи екологічного моніторингу

Зв'язок сервера із датчиками відбувається за допомогою POST-запитів. При отриманні даних від датчика у форматі Json, модуль збирання та попередньої обробки інформації додає отриманні дані в колекцію датчика, яка зберігається в базі даних і паралельно з цим надсилає отриманні дані всім користувачам в системі, підписаним на цей датчик, після чого клієнтський модуль їх обробляє та відображає у зручному для користувача вигляді.

Особливістю клієнтського модуля системи є використання геолокації на основі технологій Google.

При завантаженні сторінки, завдяки зв'язку з модулем збирання та попередньої обробки інформації на основі технології WebSocket, одержується інформація про координати датчиків та забруднювачів у форматі Json і вона відтворюється на мапі у вигляді маячків[16] – [19]. Якщо ж користувачеві не потрібні забруднювачі на мапі, функціонал сайту передбачає можливість їх приховати (рисунок 3.1).

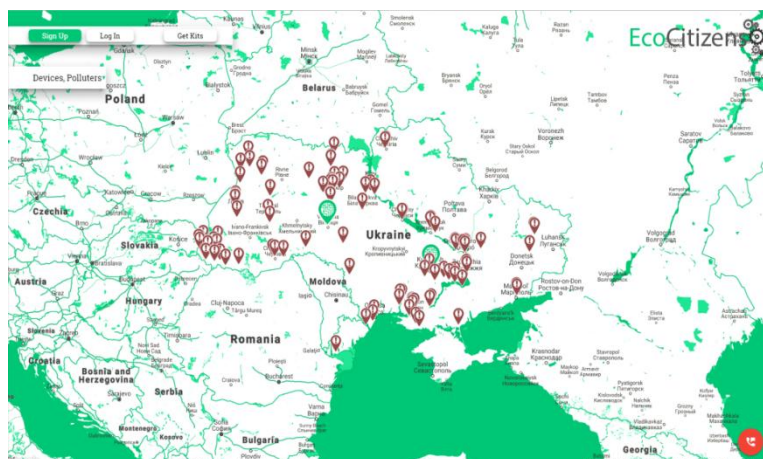


Рисунок 3.1 – Знімок головної сторінки системи,

Функціонал передбачає ряд фільтрів, які дозволяють користувачеві відбирати інформацію за необхідними ознаками (рисунок 3.2). Відтворені дані формуються як на основі зібраної раніше інформації з бази даних, так і живо в реальному режимі часу з обраними користувачем датчиками.

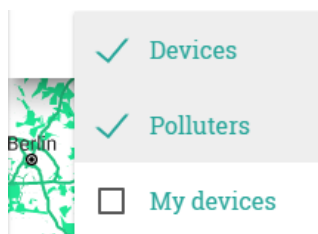


Рисунок 3.2 – Знімок фільтрів користувача

Вибір користувачем певного датчику для спостереження активізує діалог сервера і модуля збирання інформації на основі технології WebSocket. Реагуючи на запит, модуль збирання та попередньої обробки інформації

надсилає серверу колекцію даних, якої буде достатньо задля відображення графіків з детальною інформацією про виміри, які здійснюють відповідні пристрої. Після отримання цієї колекції, клієнтський модуль наносить ці дані на графіки та виводить в окремому полі покази наших пристроїв в режимі реального часу[16] – [19]. Серед маячків на мапі наявні забруднювачі та пристрої. При натисненні на забруднювач, відображається його назва та адреса (рисунок 3.3).

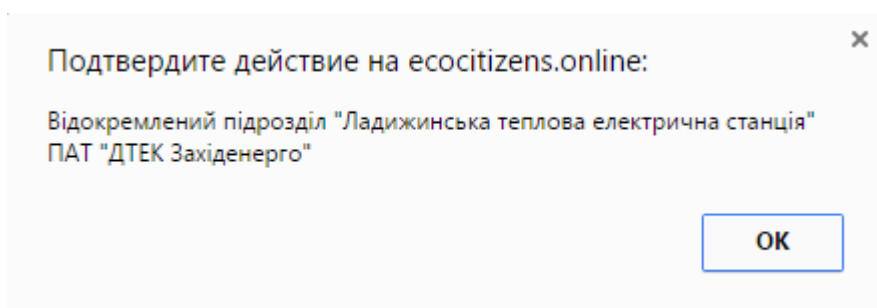


Рисунок 3.3 – Відображення інформації про обраний забруднювач

Основним функціоналом сайту є відображення конкретних показань знятих в реальному часі. Обравши пристрій на мапі одним натисненням лівої кнопки миші з'являється вікно з графіками та реальними показами (рисунок 3.4).

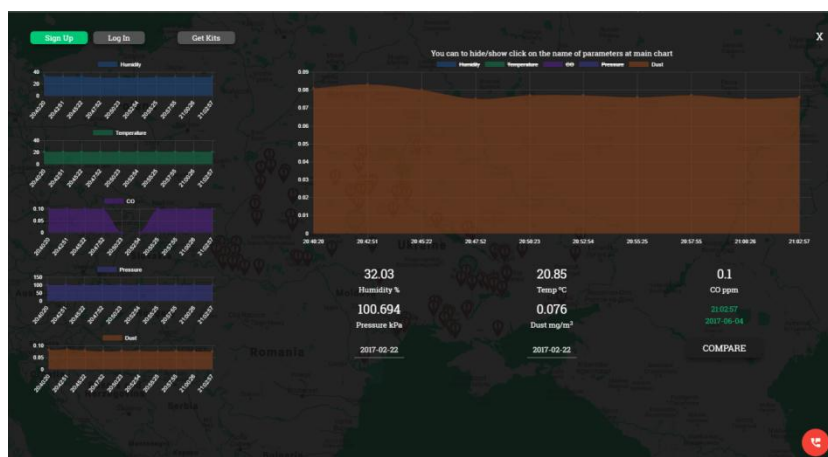


Рисунок 3.4 – Відображення інформації обраного пристрою

Це все відбувається без перезавантаження сторінки завдяки використанню технології WebSocket[16] – [19].

Зібрані дані фіксуються у базі даних, яка надає можливість їх аналізувати у часовій ретроспективі за вказаний період (рисунок3.5). Після вибору та натиснення відповідної кнопки, знову ж надсилається запит на основі технології WebSocket. В слухач клієнтського модуля, модуль збирання та попередньої обробки інформації надсилає вже масивнішу колекцію даних. Вона обробляється та наноситься на графіки таким чином, щоб не заважати даним в реальному часі відображатись окремо. Для цього використовується інший слухач, який не конфліктує з попереднім.

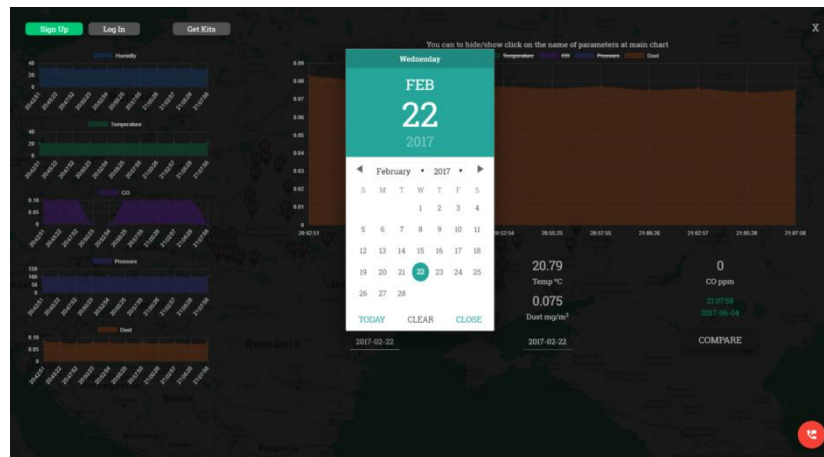


Рисунок 3.5 – Фільтр історичної інформації показань обраного пристрою

Це вікно також має фільтр на головному графіку, який дозволяє відобразити декілька параметрів одночасно (рисунок4.6).

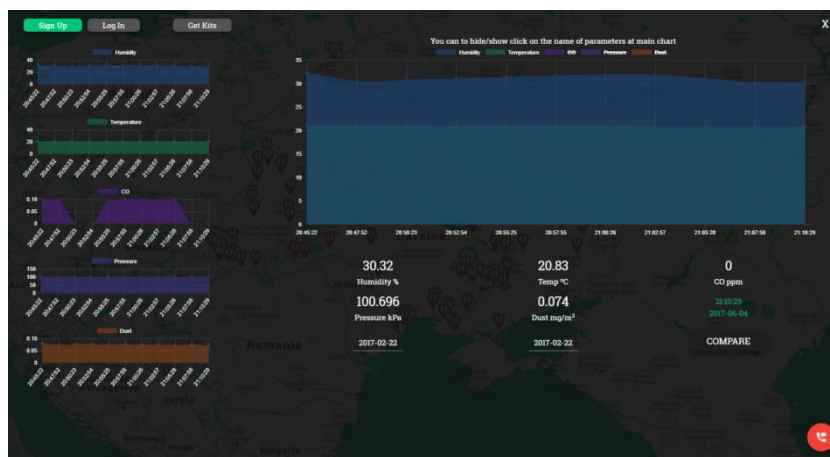


Рисунок 3.6 – Фільтр відображення декількох параметрів на одному графіку

Слід зауважити, що проект передбачає монетизацію сервісу. Для цього планується надання зацікавленим користувачам платного доступу до пристроїв системи[16] – [19]. Для цього сайт проекту передбачає традиційну реєстрацію користувачів і білінг послуг до яких, наприклад відноситься оренда чи придбання пристроїв системи (рисунок3.7).

Sign Up

Username

Password

Email

Remember me

Sign Up

Рисунок 3.7 – Реєстрація користувача

Обробка заявок здійснюється в автоматичному режимі через поштовий сервіс, а оплата через послуги інтернет-агентів банківських операцій (рисунок3.8).

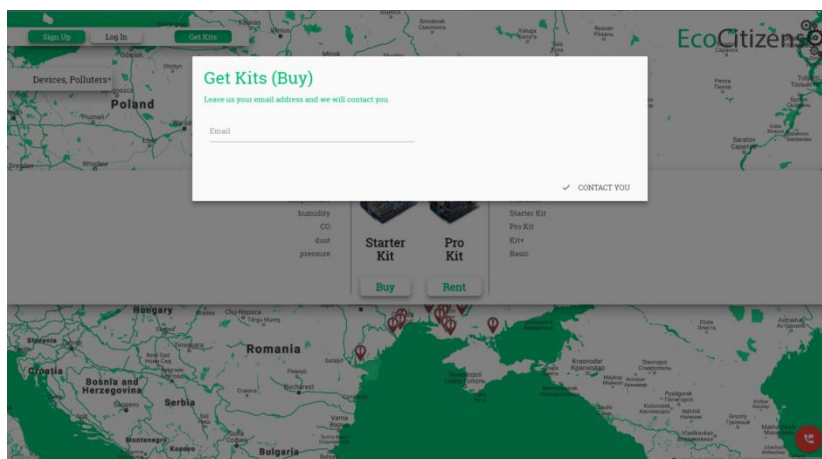


Рисунок 3.8 – Модальне вікно оренди та покупки пристроїв

У власному кабінеті користувача надається наявний список придбаних пристроїв та налаштування доступу до них. При виборі доступу типу private, надсилається запит до модуля збирання та попередньої обробки інформації. Цей модуль змінює певне значення в колекції обраного датчика, яка зберігається в базі даних. Після цього, цей пристрій може побачити на мапі лише користувач, який його придбав, після проходження авторизації. Також у кабінеті наявний стандартний функціонал зміни пароля та виходу з акаунта[16] – [19].

ВИСНОВКИ

1. У даній роботі проведено моделювання та прогнозування розсіювання забруднюючих речовин від викидів стаціонарних джерел шляхом вивчення розподілу швидкості і напрямку вітру. На основі отриманих даних охарактеризовано вплив підприємств на навколишнє середовище за допомогою програмного забезпечення Mathcad, яке максимально відповідає поставленій задачі, та проведено розрахунок викидів. Розраховано методи прогнозування концентрацій забруднюючих речовин, а саме фенолу, діоксиду нітрогену (NO_2), оксиду нітрогену (NO), оксиду карбону (CO) та пилу.

2. Розроблено автоматизований оптоелектронний пристрій екологічного моніторингу, який в режимі реального часу вимірює та накопичує інформацію про стан забруднення атмосфери.

3. Було обраховано концентрації у заданих точках концентрацій кожної із забруднюючих речовин та їх сумарний вплив на середовище.. У ході роботи було розглянуто питання поєднання оптоелектронної та геоінформаційної систем. Як складову оптоелектронної системи було розроблено систему датчиків моніторингу навколишнього середовища, які вимірюють стан навколишнього середовища та концентрацію у ньому забруднюючих речовин. У системі гео-просторових даних було візуалізовано набори даних, що зберігаються у базі даних системи.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Доцільність використання ГІС при розв'язанні проблем екології, їх значення і місце в природоохоронних заходах і в екологічному проектуванні. Перевага топологічний ГІС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://4ua.co.ua/ecology/ra3ac78b5c43a89521306d36_0.html
2. Сфери применения ГИС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studopedia.su/18_145135_sferi-primeneniya-gis.html
3. Роль і місце ГІС в природоохоронних заходах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ni.biz.ua/9-8/52431.html>
4. Єдина державна система екологічного моніторингу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrbukva.net/page,2,80811-Edinaya-gosudarstvennaya-sistema-ekologicheskogo-monitoringa.html>
5. Поширення забруднень в атмосфері і в приземному шарі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studme.com.ua/19030923/ekologiya/rasprostranenie_zagryazneniy_atmosfere_prizemnom_sloe.htm
6. Атмосферне повітря [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kursak.net/atmosferne-povitrya-referat/>
7. Турбулентний перенос забруднювача в атмосфері [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/6022335/page:2/>
8. Сидорук О. О. Моделювання концентрації забруднюючих речовин в атмосфері за методикою ОНД-86 для точкових джерел // Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи. Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/20736/4240.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

9. Сидорук О. О. Розподілена оптоелектронна система екологічного моніторингу в режимі реального часу//Науковотехнічна конференція факультету комп'ютерних систем і автоматики (2017) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2017/paper/view/2833>
10. Сидорук О. О. Моделювання концентрації забруднюючих речовин в атмосфері за методикою ОНД-86 для точкових джерел//Науковотехнічна конференція факультету комп'ютерних систем і автоматики (2018) [[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2018/paper/viewFile/4240/4159>
11. Сидорук О. О. Розподілена оптоелектронна система екологічного моніторингу в режимі реального часу МОЛОДЬ В ТЕХНІЧНИХ НАУКАХ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ (МТН - 2017) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/index.php?page=materials&line=27&mat=361>
12. Работа с ESP8266: Первоначальная настройка, обновление прошивки, связь по Wi-Fi, отправка-получение данных на ПК [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/post/362623/>
13. Анализатор CO2 для дома и офиса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://esp8266.livejournal.com/tag/co2>
14. Arduino датчик температуры [Електронний ресурс]. – Режим доступу: DS18B20 http://www.electronic52.in.ua/proekty-arduino/arduino-i_datchik-temperatury-ds18b20
15. Build an air quality monitor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ourairquality.org/index.php/build-an-air-quality-monitor/>

16. Сидорук О.О.

Розподілена оптоелектронна система екологічного моніторингу в режимі реального часу. / Сидорук О.О., Шевчук А.В. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології Міжнародний науково-технічний журнал №1 (33), 2017, с 61-65.

17. Сидорук О.О. Розподілена оптоелектронна система екологічного моніторингу в режимі реального часу. / Сидорук О.О., Шевчук А.В. // IV Міжнародна науково-технічна конференція Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи). 16-18 травня 2017 року

18. Сидорук О.О. Розподілена оптоелектронна система екологічного моніторингу в режимі реального часу. / А.В. Кожем'яко, О.О. Сидорук, А.В. Шевчук, М.І. Урсан // Четверта міжнародна наукова конференція «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах» (ВКДТС-2017), 31 жовтня – 2 листопада, 2017 р. Збірник тез доповідей. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2017. – 267 с. ISBN 978-617-7237-41-8

19. Сидорук О.О. Автоматизована оптоелектронна система екологічного моніторингу / О.О. Сидорук, А.В. Шевчук // VIII International Conference on Optoelectronic Information Technologies “PHOTONICS-ODS 2018” Ukraine, Vinnytsia, VNTU October 2-4, 2018 с.199-200

ДОДАТКИ

Додаток Б

Структурна схема автоматизованої оптоелектронної системи екологічного моніторингу

