

Використання концепції інтернету речей при побудові метеорологічних вимірювальних систем

Олександр Загарія

Департамент впровадження
інноваційних технологій (ІОЦ)

КНУ імені Тараса Шевченка

Робота виконувалася в рамках міжнародного проекту ECO Impact

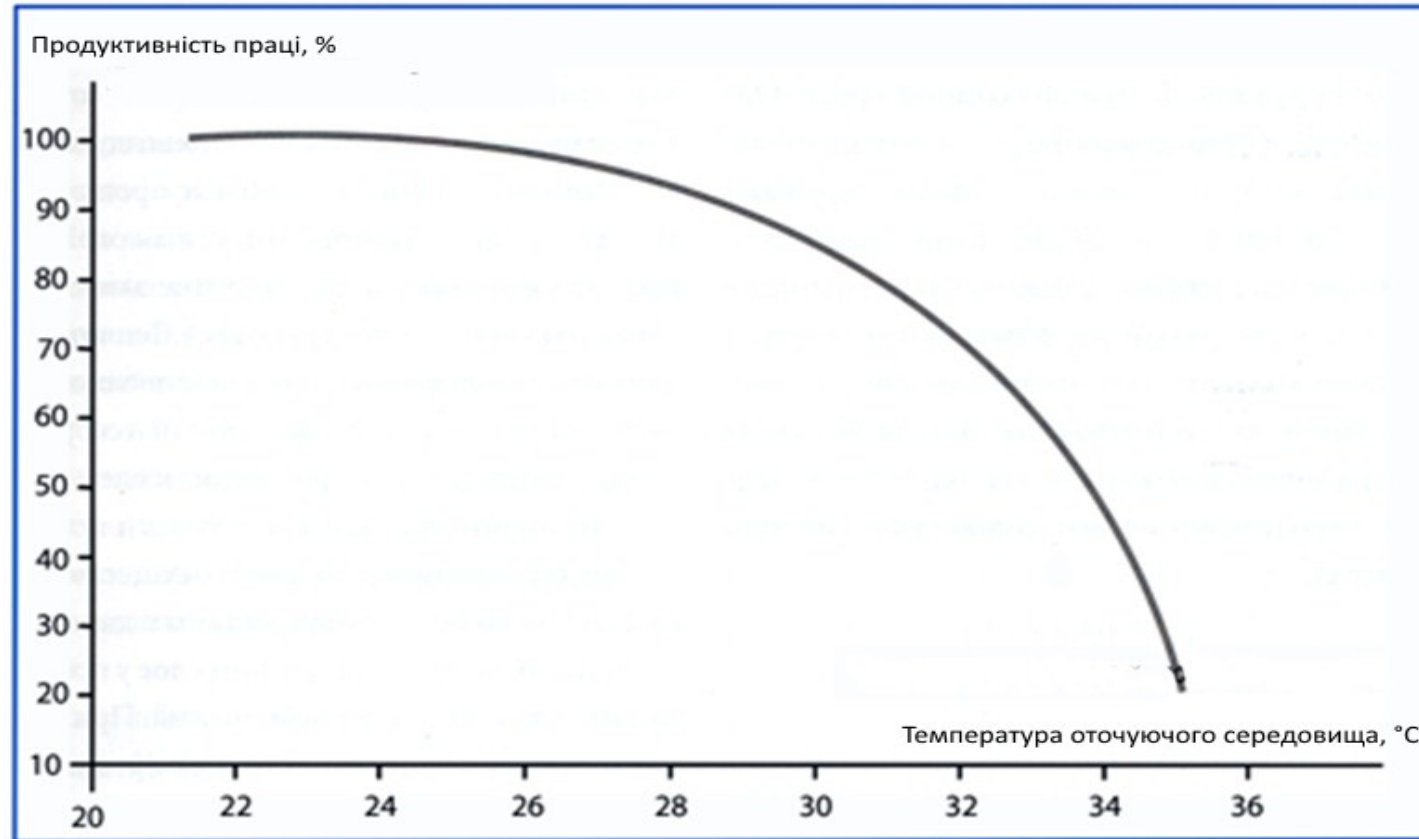


<https://ecoimpact.knu.ua>

Актуальність

- Метеорологія як галузь досліджень відіграє важливу роль у житті людини та в промисловості.
- До розвитку та поширення інформаційних технологій, а також удосконалення технологічних процесів і, відповідно, техніки, метеостанції випускалися в одичних екземплярах, вимагали постійного технічного обслуговування та мали обмежені можливості.
- Поява концепції інтернету речей та поширення широкого класу датчиків для метеорологічних досліджень створило умови для створення комп'ютерних метеорологічних систем, в тому числі метеостанцій.

Мікроклімат



Особливості метеорологічних систем (IoT)

- Вимірювання метеорологічних величин може відбуватися за короткі проміжки часу (отримання даних кожні 1-2 секунди).
- Отримані результати метеорологічних вимірювань являють собою великий масив даних (100 000 точок і більше).
- Необхідність у забезпеченні тимчасового сховища даних з метою їх подальшої передачі та оброблення.
- Тривала робота в складних умовах відносно джерел живлення.

Вимоги до метеостанції (датчики)

Фізична величина	Робочий діапазон вимірювань	Точність вимірювання
Температура	-40°C по 85°C	0.5 °C
Вологість	0% - 100%	3 %
Тиск	300-1100 гПа	1 гПа

Апаратні засоби (датчики)

Найменування	Напруга живлення	Інтерфейс	Діапазон вимірювань	Точність
BME280	1.7-3.3 В	I ² C, SPI	-40°C по +85 °C	±0.5 °C
SHT21	2.1-3.6 В	I ² C	-40°C по +125 °C	±0.3 °C
BH1750FVI	2.4-3.6 В	I ² C	0-65535 люкс	± 1 люкс
DS18B20	3.0-5.0 В	1-Wire	-55°C по +125 °C	±0.5 °C

Вимоги до метеостанції (мікроконтролери)

Назва параметру	Значення
Напруга живлення	3.3 В – 5 В
Споживання електроенергії	< 3 Вт
Підтримка інтерфейсів	I ² C, SPI, 1-Wire
Мережеві інтерфейси	WiFi або Ethernet

Вимоги до метеостанції (міні-комп'ютери)

Назва параметру	Значення
Напруга живлення	3.3 В – 5 В
Споживання електроенергії	< 3 Вт
Підтримка інтерфейсів	I ² C, SPI, 1-Wire
Мережеві інтерфейси	WiFi або Ethernet
Оперативна пам'ять	> 64 MB

Апаратні засоби (мікроконтролери та міні комп'ютери)

Найменування	Напруга живлення	Споживання	Інтерфейс
ESP8266	2.7-3.3 В	0.5-1 Вт	I ² C, SPI, 1-Wire
RaspberryPi Zero	4.8-5.2 В	2-3 Вт	I ² C, SPI, 1-Wire
OrangePi Zero	4.8-5.2 В	2-3 Вт	I ² C, SPI, 1-Wire
Onion Omega 2	3.3 В	1-2 Вт	I ² C, SPI, 1-Wire

Апаратно-програмний комплекс

Було розроблено наступні варіанти:

- На основі мікроконтролеру ESP8266
- На основі комп'ютерів RaspberryPi Zero та OrangePi Zero
- На основі комп'ютеру Onion Omega 2

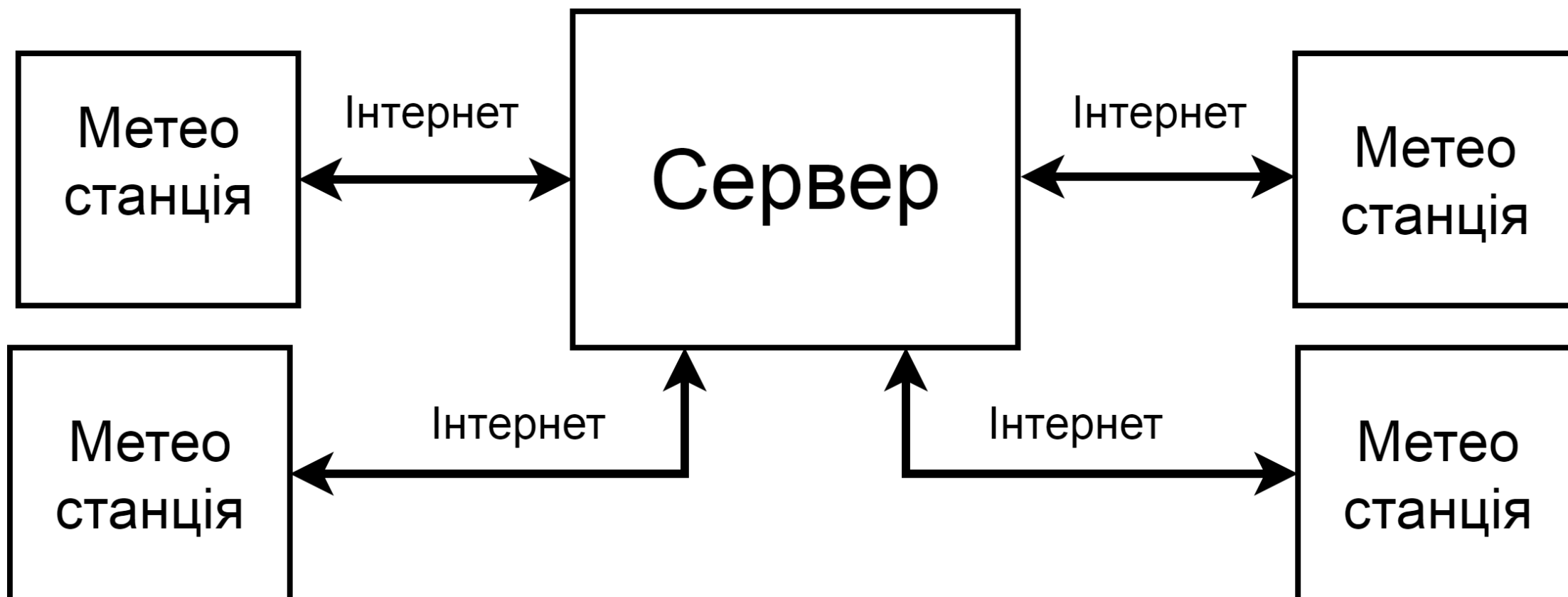
В обох варіантах використовується I^2C інтерфейс для підключення зовнішніх датчиків.

Вимоги до технологій

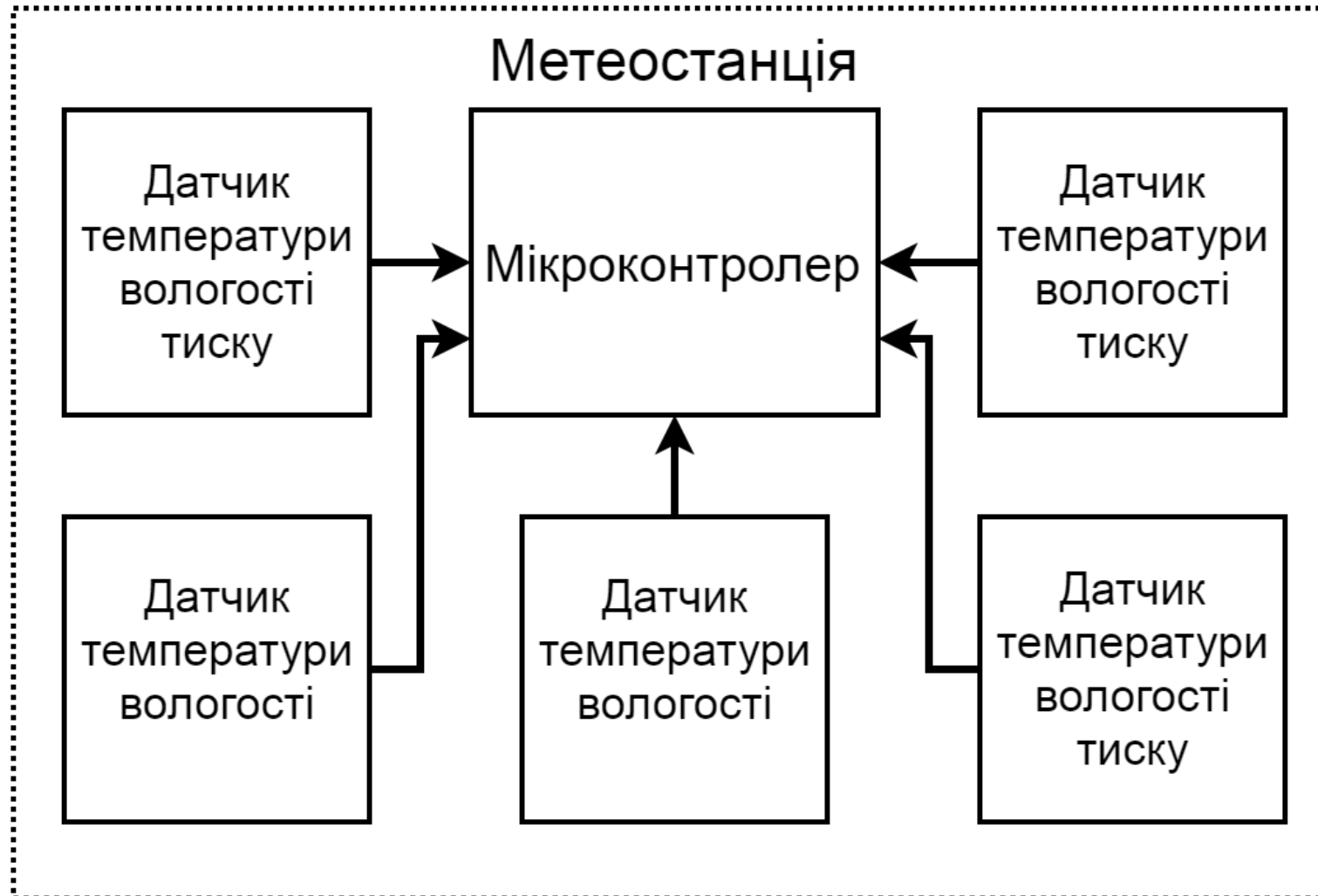
Найменування	Критерії
База даних	Об'єктно-орієнтована
База даних для часових рядів	Підтримка систем для графічного відображення даних, системні вимоги в межах 1 ГБ оперативної пам'яті
Мова програмування (міні комп'ютери)	Кросплатформенність, можливість доступу до i2c, SPI
Мова програмування (мікроконтролер)	Кросплатформенність, компільована мова
Віртуальні приватні мережі	Кросплатформенність, авторизація на основі сертифікатів

Логічна архітектура рішення

Схематичне відображення запропонованого в роботі рішення



Логічна архітектура (метеостанція)



Логічна архітектура (серверна частина)

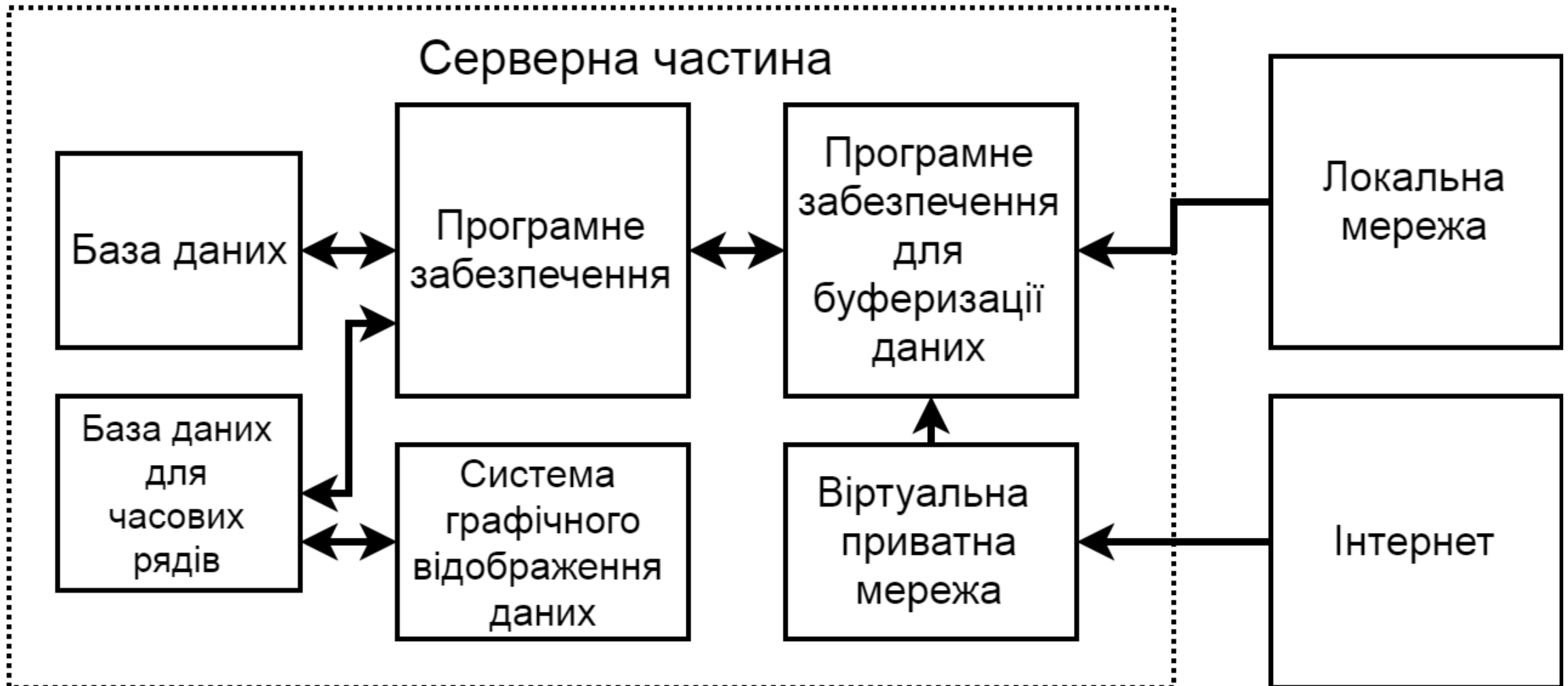
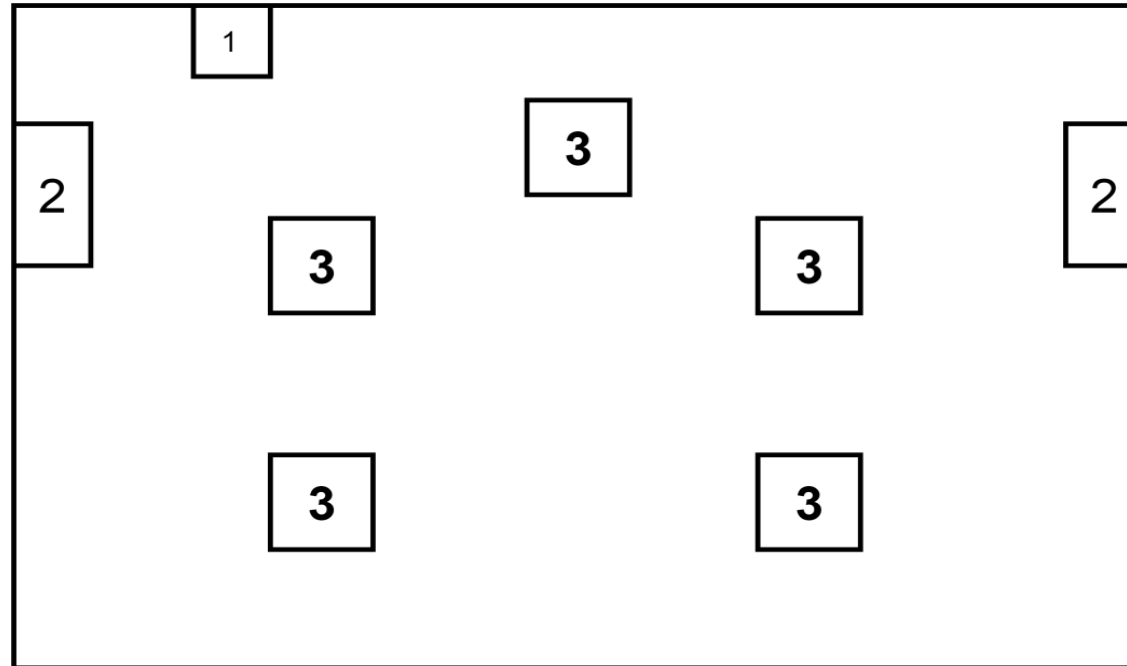
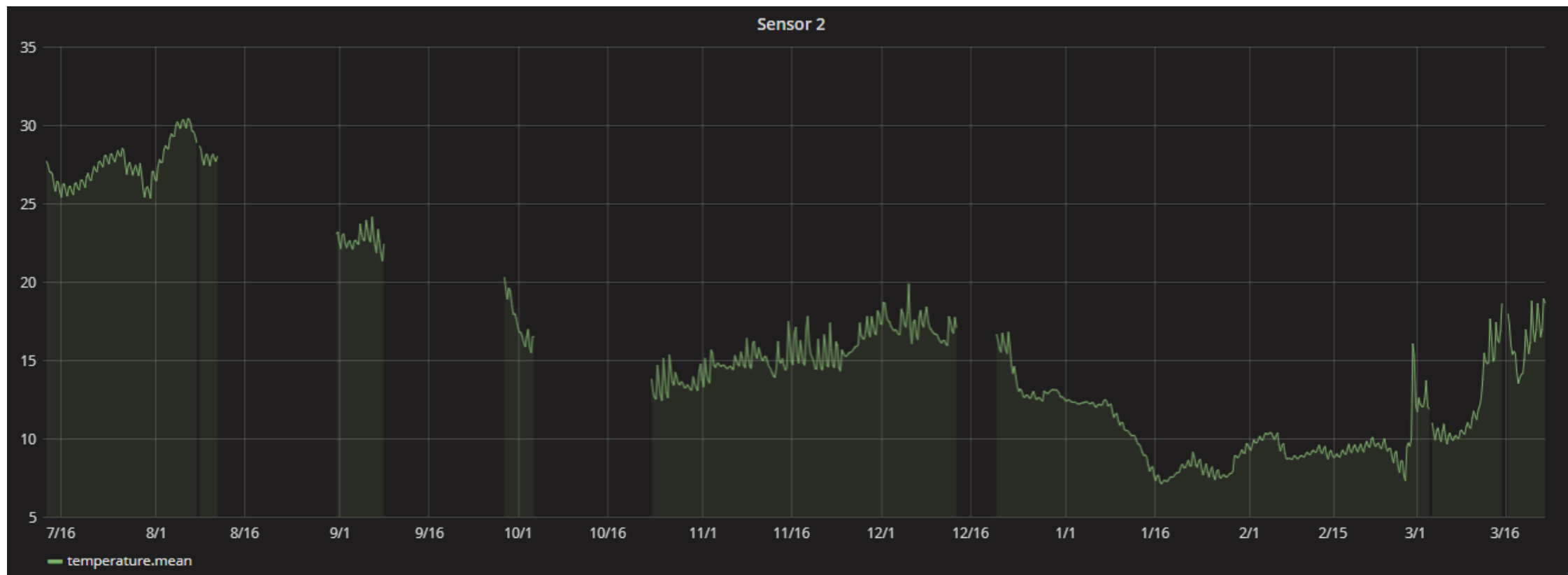


Схема розміщення датчиків (мікроклімат)

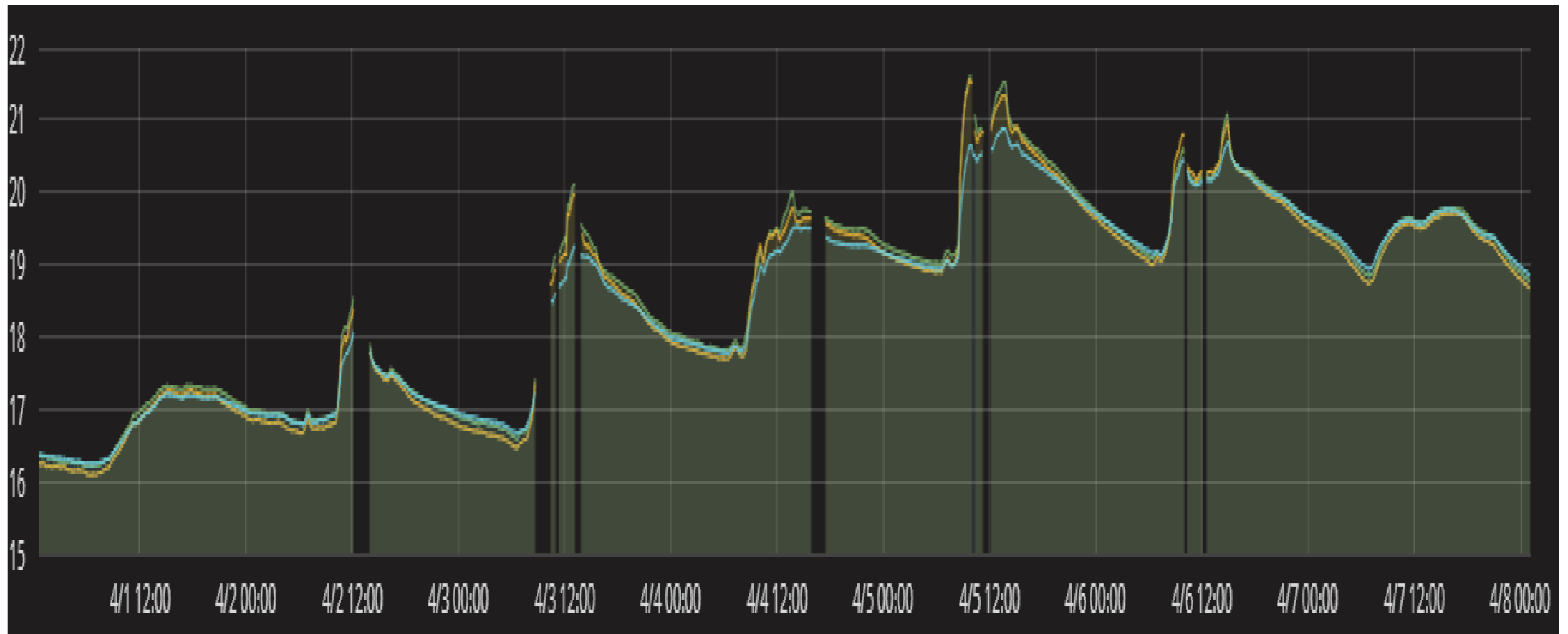


1 – вхід в приміщення (вхідні двері); 2 – обігрівачі; 3 – датчики

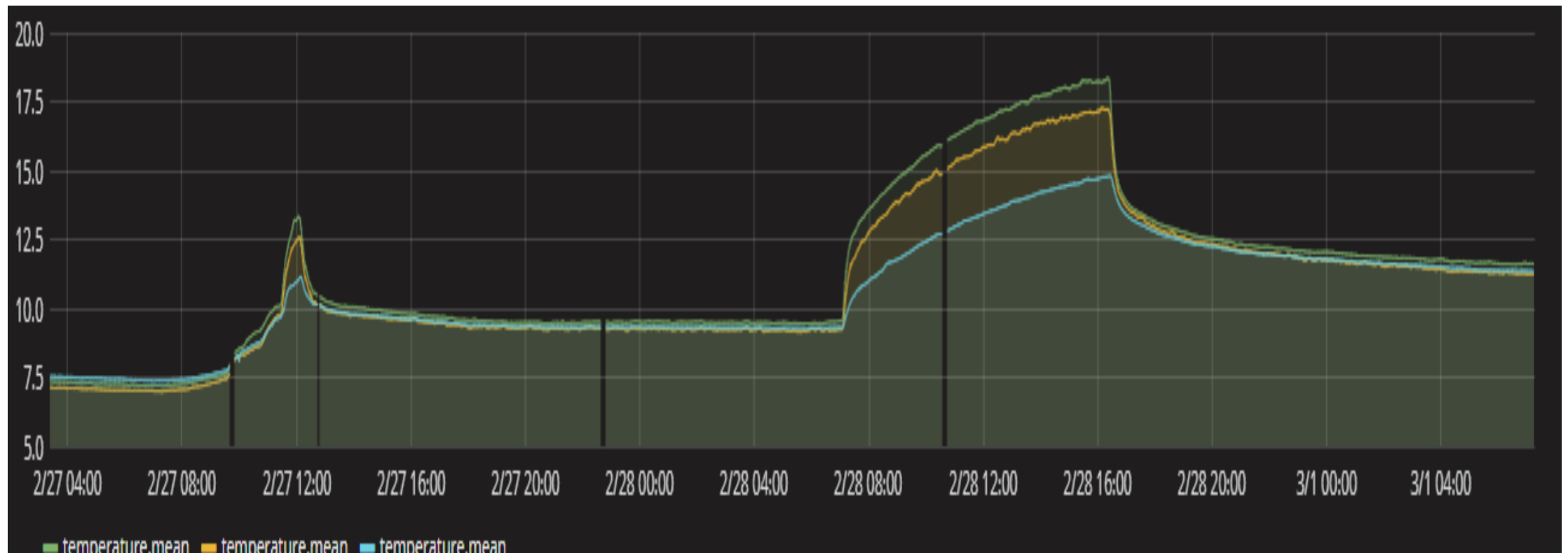
Приклад отриманих даних (1)



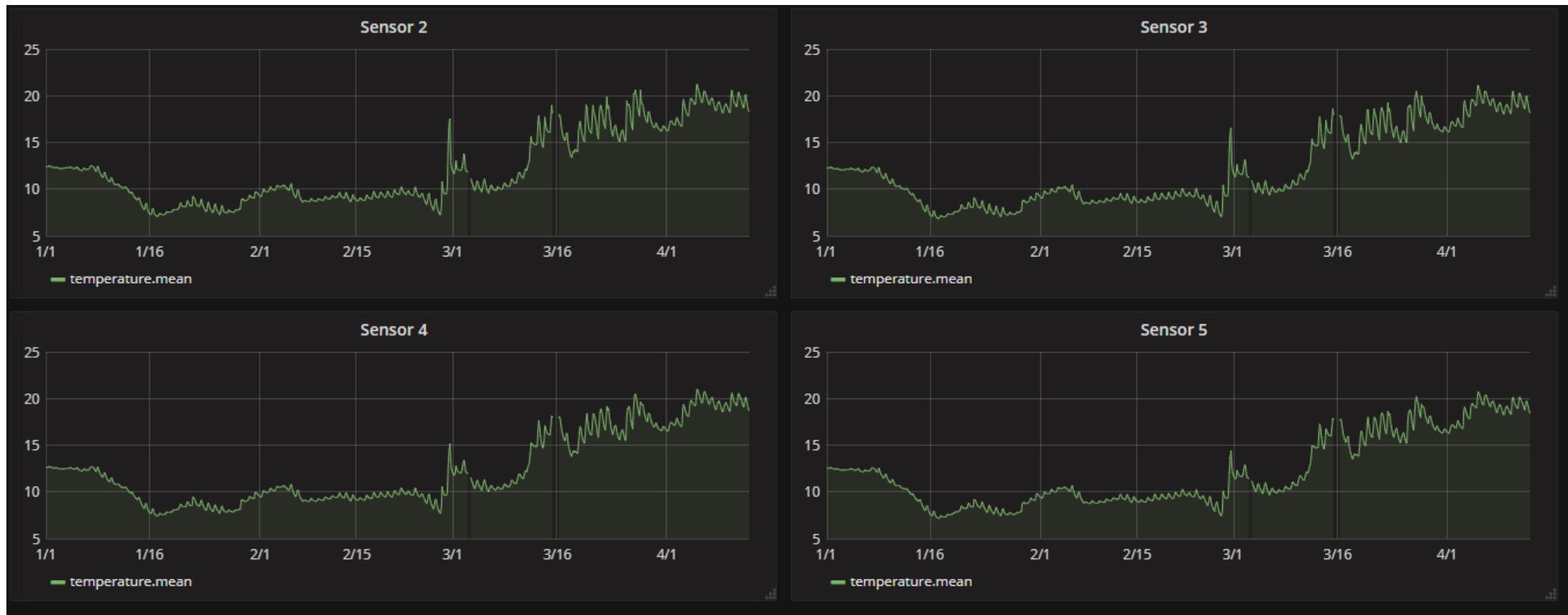
Приклад отриманих даних (2)



Приклад отриманих даних (3)



Приклад отриманих даних (4)



<https://grafana.meteostation.online/>

Login: guest Password: guest

Вихідний код

SensorsPy – програмне забезпечення для автоматичного визначення датчиків та відправки даних

<https://github.com/ECOImpact/SensorsPy>

Meteo8266 – програмне забезпечення для мікроконтролеру ESP8266 E12

<https://github.com/ECOImpact/Meteo8266>

Джерела

1. <https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview>
2. <http://www.orangepi.org/orangepizero/>
3. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-zero/>
4. <https://onion.io/>
5. https://www.bosch-sensortec.com/bst/products/all_products/bme280
6. <https://www.farnell.com/datasheets/1780638.pdf>
7. https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BME280_DS001-10.pdf
8. <https://www.soel.ru/upload/clouds/1/iblock/29e/29e534de195e3954a06fa6a0b232ae05/20140138.pdf>
9. http://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/