

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи СІс-41
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Зелінський В.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Лецишин Ю.З.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(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 бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Зелінському Валентину Романовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень

Керівник роботи Лецишин Юрій Зіновійович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 28 » 02 2023 року № 4/7-237

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15.06.2023

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ

1. Аналіз технічного завдання

2. Проектна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

Висновки

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

1. Функціональна схема

2. Структурна схема

3. Схема електрична принципова

4. Блок-схема алгоритму програми

АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень // Кваліфікаційна робота бакалавра // Зелінський Валентин Романович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІс-41 // Тернопіль, 2023 // с. – 54 , рис. – 26 , табл. – 2 , кресл. – 4 , додат. – 14, бібліогр. – 17.

Ключові слова: інсоляція, розумний будинок, Arduino, I²C, UART.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з чотирьох розділів.

У першому розділі виконано аналіз технічного завдання, та укладено вимоги до комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень.

В другому розділі описується процес проектування та реалізації комп'ютеризованої системи для оцінювання рівня інсоляції приміщень. Проводиться розробка апаратного забезпечення для функціонування системи. Описуються бібліотеки та їх функціональні можливості.

В третьому розділі виконано програмну реалізацію та тестування комп'ютеризованої системи для оцінювання рівня інсоляції приміщень в реальних умовах експлуатації.

Четвертий розділ описує питання безпеки життєдіяльності та основи охорони праці.

ABSTRACT

Computerized system for assessing the level of indoor insolation // Bachelor's qualification work // Valentyn Romanovych Zelinskyi // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Faculty of Computer and Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, Group SIs- 41 // Ternopil, 2023 // p. - 54 , Fig. - 26 , tab. - , armchair. - 4 , add. – 14, bibliography - 17.

Keywords: insolation, smart house, Arduino, I2C, UART.

The bachelor's qualification work consists of four sections.

In the first section, the analysis of the technical task was carried out, and the requirements for the computerized system for assessing the level of insolation of the premises were concluded.

The second chapter describes the process of designing and implementing a computerized system for estimating the level of indoor insolation. The development of hardware for the functioning of the system is underway. Libraries and their functionality are described.

In the third section, software implementation and testing of a computerized system for assessing the level of insolation of premises in real operating conditions is performed.

The fourth chapter describes the issues of life safety and the basics of labor protection.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП.....	9
Розділ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	10
1.1 Основні вимоги до комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень	10
1.2 Основні технічні вимоги до комп'ютеризованої системи	12
1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання	13
1.3.1 Існуючі системи оцінювання рівня інсоляції приміщень	13
1.3.2 Методи визначення інсоляції.....	15
1.3.3 Обладнання визначення інсоляції	16
Розділ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	19
2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи.....	19
2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення проектованої системи .	21
2.2.1 Вибір плати Arduino Uno	21
2.2.2 Вибір модуля Bluetooth	23
2.2.3 Вибір модуля Wi-Fi	24
2.2.4 Вибір сенсора освітлення TSL2591	26
2.3 Опис шин обміну даними	27
2.3.1 Опис шини I2C	27
2.3.2 Опис шини даних UART	29
2.4 Опис алгоритму роботи комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень	31

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зелінський В.Р.			Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Лецишин Ю.З.					6	58
Н. Контр.		Луцик Н.С.			ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41			
Затверд.		Осухівська Г.М.						

Розділ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	34
3.1 Підключення і налаштування комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень	34
3.1.1 Підключення сенсора інсоляції TSL2591.....	34
3.1.2 Підключення сенсора модуля Bluetooth HC-05	39
3.1.3 Підключення і налаштування Wi-Fi модуль ESP8266 ESP-01S.....	42
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	45
4.1 Менеджмент безпеки життєдіяльності людини.....	45
4.2 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища приміщень з ВДТ.....	49
ВИСНОВКИ	52
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	53
ДОДАТОК А. Технічне завдання	
ДОДАТОК Б. Переліки елементів	
ДОДАТОК В. Код програми	

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

I2C — Inter-Integrated Circuit

UART — universal asynchronous receiver-transmitter

					КС КРБ 123.173.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень - це програмно апаратний продукт, розроблений для аналізу та визначення рівня освітленості приміщень сонячним світлом. Вона використовується в архітектурній та інженерній галузях для оцінки та оптимізації дизайну будівель з точки зору доступу до природного світла.

Система призначена для визначення рівня освітленості за допомогою введених даних про будівлю (розміри, форма, розташування вікон, перегородки тощо), система розраховує рівень освітленості в різних точках приміщення в різний час дня та року.

Потенційно система повинна надавати візуальну інформацію у вигляді 2D або 3D моделей приміщень, де освітленість показана за допомогою кольорових шкал або інших графічних елементів.

Також система може оцінювати ефективність розташування вікон, жалюзів, розташування світильників та інших елементів, що впливають на розподіл світла, і робити пропозиції щодо оптимізації освітлення.

Система може зберігати дані про освітленість приміщень для подальшого аналізу та порівняння різних варіантів дизайну або модифікацій.

Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень може бути корисною для архітекторів, дизайнерів інтер'єру, інженерів будівельної галузі та будь-яких фахівців, які цікавляться максимальним використанням природного освітлення у своїх проектах. Вона дозволяє раціонально планувати розташування вікон, оптимізувати дизайн будівель та створювати комфортне середовище для користувачів приміщень.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Основні вимоги до комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень

Основні вимоги до комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень можуть включати: точність, швидкість обчислень, візуалізація результатів, гнучкість та налаштовуваність, інтеграція з іншими програмними продуктами, доступність та користувацький інтерфейс.

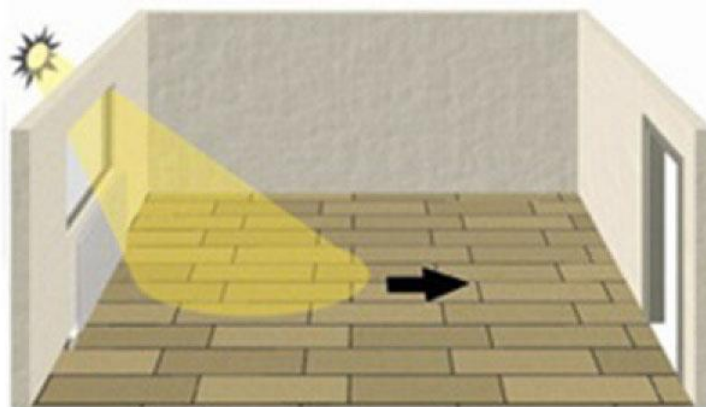


Рисунок 1.1 – Інсоляція у будинку

Система повинна бути точною і надавати достовірні результати оцінки рівня освітленості в приміщенні. Вона повинна враховувати різні фактори, такі як географічне положення будівлі, орієнтація, розміри, форма, розташування вікон, перегородок та інших факторів, що впливають на проникнення сонячного світла.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Зелінський В.Р.					10	66
Перевір.		Лецишин Ю.З.						
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Затверд.		Осухівська Г.М.						
						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		

Система повинна мати достатню швидкість обробки даних, щоб забезпечити ефективну роботу з великими об'ємами інформації. Це важливо, особливо при аналізі рівня інсоляції для складних будівель або при проведенні багатьох симуляцій.

Система повинна забезпечувати зручну візуалізацію результатів оцінки рівня освітленості. Це може включати 2D або 3D візуалізацію приміщень з показниками освітленості, кольоровими шкалами або іншими візуальними елементами, що допомагають зрозуміти розподіл світла.

Система повинна бути гнучкою і дозволяти налаштовувати параметри моделювання відповідно до конкретних вимог індивідуальних проєктів. Користувачі повинні мати можливість вводити різні параметри будівлі, варіювати часові параметри та проводити різні симуляції для отримання оптимальних результатів.



Рисунок 1.2 – Наслідки нестачі сонячного світла

Система може бути зручною використовувати, якщо вона може інтегруватись з іншими програмними продуктами, які використовуються в архітектурній та інженерній галузях. Наприклад, інтеграція з САД-програмами або програмами моделювання будівельних систем може спростити обмін даними та покращити процес проєктування.

Система повинна бути доступною для користувачів з різним рівнем досвіду і має мати зрозумілий та зручний користувацький інтерфейс. Це сприятиме широкому використанню системи та полегшить роботу з нею.



Рисунок 1.3 – Підвищення інсоляції у будинку

Загалом, комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень повинна бути точною, швидкою, гнучкою та зручною використанням, забезпечувати зручну візуалізацію результатів та інтегруватись з іншими програмними продуктами в галузі архітектури та інженерії.

1.2 Основні технічні вимоги до комп'ютеризованої системи

Основними вимогами до комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень є:

- | | |
|---|--------------------|
| 1) Діапазон вимірюваного освітлення, Лк° | 0...100 |
| 2) Кількість напрямів вимірювання освітлення, шт. | 5 |
| 3) Кількість давачів освітлення, шт. | 5 |
| 4) Протоколи обміну даними | Wi-Fi та Bluetooth |
| 5) Система повинна живитись напругою постійного струму, В | +5±10% |

Основні вимоги та характеристики до комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень визначають призначення, певну конструкцію та склад системи. Зокрема конструктор повинна включати в себе сенсори освітлення, причому їх має бути 5 штук, для вимірювання рівня інсоляції у всіх напрямках від системи. Їх розміщення відповідає напрямкам вимірювання інсоляції.

Також в систему включено модуль Bluetooth для обміну даними з іншими подібними пристроями та модуль Wi-Fi для передачі отриманих даних про рівень інсоляції на сервер.

1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

1.3.1 Існуючі системи оцінювання рівня інсоляції приміщень

На ринку існує кілька комп'ютеризованих систем оцінювання рівня інсоляції приміщень. Ось огляд деяких з них: Autodesk Revit, DIALux, Velux Daylight Visualizer, IES VE-Pro.

Autodesk Revit є популярним BIM-програмним засобом, який має вбудовані інструменти для аналізу освітленості.

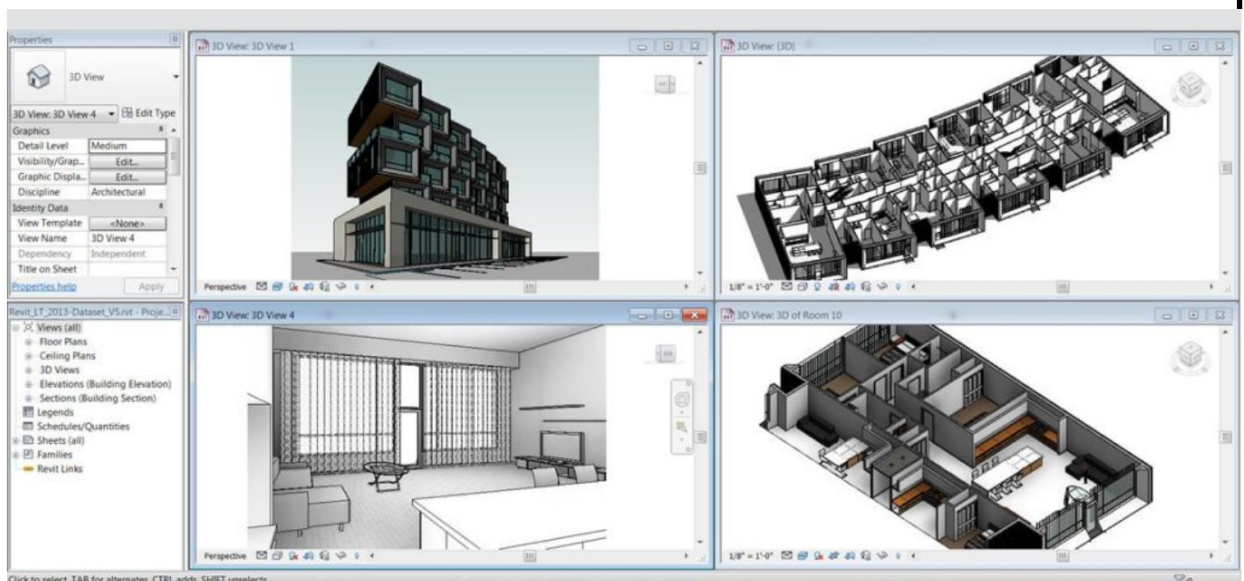


Рисунок 1.4 – Програма Autodesk Revit

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Він дозволяє моделювати будівлі та проводити симуляції розподілу світла з урахуванням географічного положення, архітектурних елементів та інших факторів. Revit також надає візуалізацію результатів та можливість аналізувати освітленість у різних часах дня.

DIALux є потужним інструментом для проектування освітлення, але також включає функціональність для аналізу рівня інсоляції. Він дозволяє моделювати будівлі, враховувати географічне положення, вікна, перегородки та інші фактори. DIALux забезпечує детальний аналіз освітленості та гнучкі налаштування параметрів моделювання.

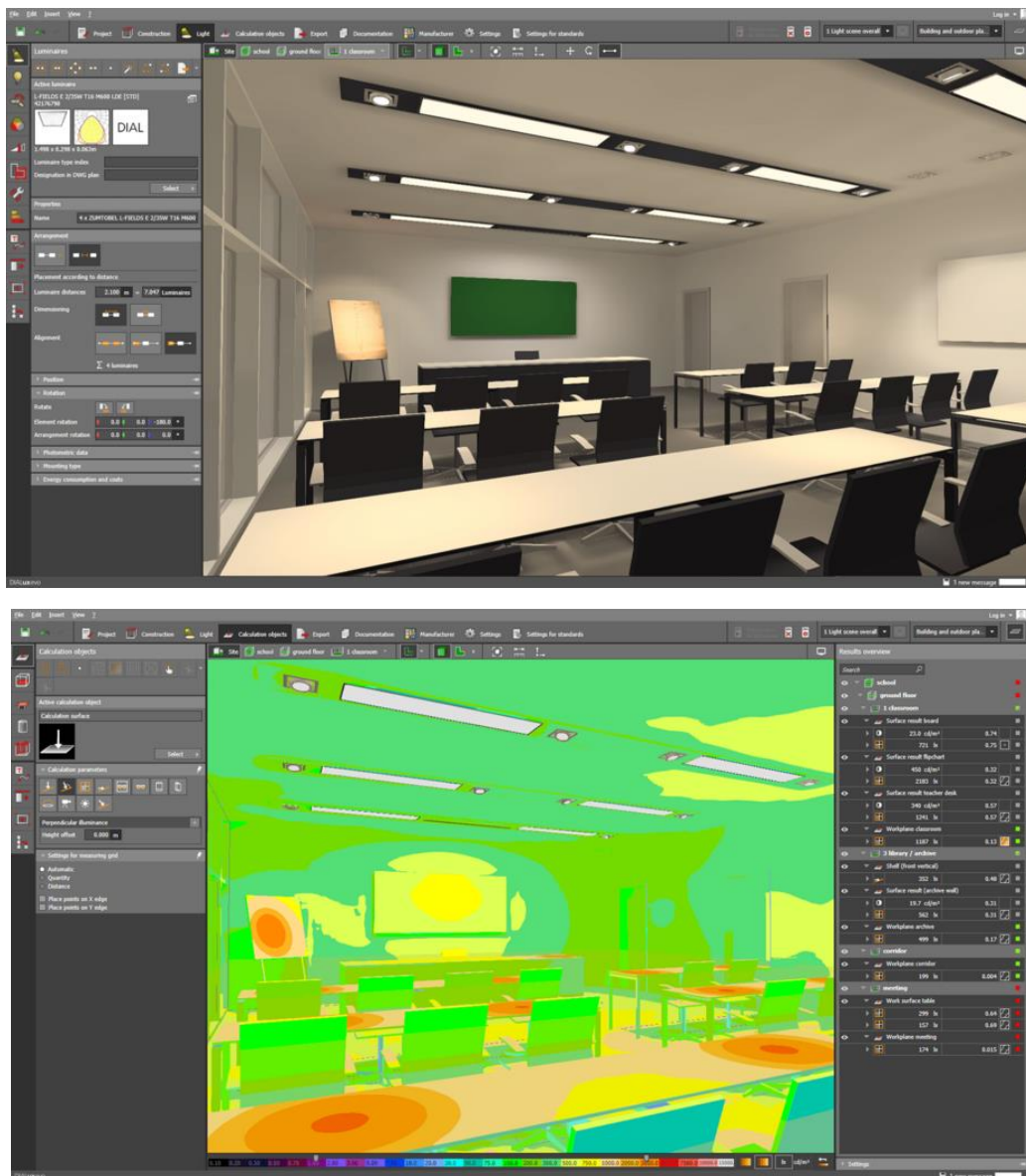


Рисунок 1.5 – Програма DIALux

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Velux Daylight Visualizer безкоштовна програма, розроблена спеціально для оцінки інсоляції та освітлення від вікон. Вона дозволяє моделювати розташування вікон і обчислювати рівень освітленості в приміщеннях, враховуючи різні параметри, такі як широта, орієнтація та характеристики вікон. Velux Daylight Visualizer надає візуальну відповідь та графіки з результатами.

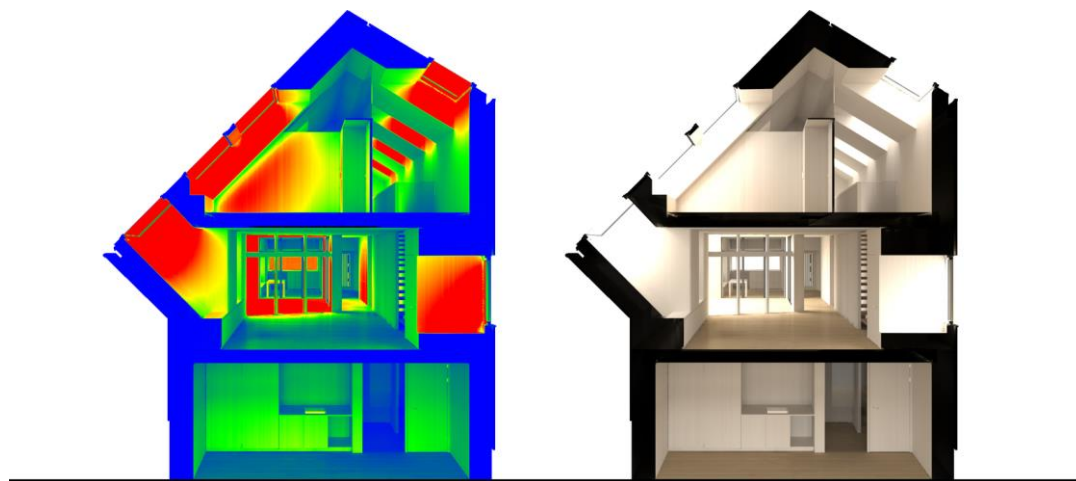


Рисунок 1.6 – Програма Velux Daylight Visualizer

IES VE-Pro є інтегрованим набором програмних засобів для аналізу та симуляції різних аспектів будівельного проекту, включаючи оцінювання інсоляції. Він дозволяє моделювати будівлі, розраховувати розподіл світла та аналізувати його вплив на енергоефективність та комфорт. IES VE-Pro надає різноманітні засоби візуалізації та детальний аналіз результатів.

Ці системи є лише кількома прикладами комп'ютеризованих систем оцінювання рівня інсоляції приміщень. Вибір системи залежить від потреб користувача, його функціональних вимог та фінансових можливостей.

1.3.2 Методи визначення інсоляції

Для оцінювання рівня інсоляції приміщень використовуються різні методи. Ось кілька з них:

Розрахункові методи — ці методи базуються на математичних моделях і алгоритмах, які враховують геометрію будівлі, орієнтацію, розташування вікон, перегородок та інших факторів. Шляхом проведення розрахунків і симуляцій

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

вони дозволяють визначити розподіл світла в приміщенні. Ці методи можуть використовувати такі інструменти, як комп'ютеризовані програми для моделювання та симуляції, інженерні розрахунки та аналізи.

Фізичні моделі та експерименти — ці методи включають створення фізичних моделей приміщень або їх елементів, а також проведення експериментів для вимірювання інсоляції. Наприклад, можуть використовуватись соляриметричні пристрої для вимірювання інтенсивності сонячного випромінювання. Ці методи можуть бути важливими для перевірки результатів розрахункових моделей і отримання експериментальних даних.

Інтегровані програмні засоби, тобто деякі програмні пакети, які використовуються в галузі архітектури та інженерії, мають вбудовані інструменти для оцінювання інсоляції. Вони можуть використовувати комбінацію розрахункових методів, фізичних моделей та емпіричних даних для отримання результатів. Ці інтегровані програмні засоби можуть бути зручними для користувачів, оскільки вони об'єднують різні функції та забезпечують зручні інтерфейси для роботи з даними і результатами.

Кожен метод має свої переваги та обмеження, і вибір методу залежить від конкретних потреб, доступних ресурсів та точності, необхідної для конкретного проекту. Часто використовують комбінацію різних методів для отримання найбільш точних та достовірних результатів.

1.3.3 Обладнання визначення інсоляції

Для вимірювання рівня інсоляції приміщень використовуються різні прилади та обладнання. Ось декілька з них:

Пірометри — це прилади, які вимірюють інтенсивність сонячного випромінювання або сонячну радіацію. Вони можуть бути використані для вимірювання прямої сонячної радіації, а також розсіяного сонячного випромінювання, яке досягає приміщень через вікна або інші відкриті структурні елементи.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Соляриметри — це спеціальні прилади, які вимірюють сонячну інсоляцію на певній площині або поверхні. Вони зазвичай складаються з датчика, який реагує на сонячне випромінювання, та вбудованого вимірювального пристрою для отримання даних про інтенсивність сонячної радіації.



Рисунок 1.7 –Соляриметр

Люксометри — це електронні пристрої, які вимірюють освітленість або інтенсивність світла в приміщенні. Вони можуть бути встановлені на певних місцях у приміщенні для збору даних про розподіл світла та оцінки рівня інсоляції.


	 LX-1010BS	 SP-216	 TM 202	 TM-213 UVAB
Діапазон вимірювання	0–100 000 LUX	0–1999 Вт/м ² 0–634 ВТУ	20,200,2000,20000 200000 лк 20,200,2000,20000 фк	4000 мкВт/см ² , 20 мкВт /см ²
Роздільна здатність	–	0.1 Вт/м ² , або 0.1 ВТУ	–	1 мкВт/см ² , 0,01 мкВт/см ²
Точність	–	±10 Вт/м ² ±3 ВТУ	±3 %	±5 % повного діапазону + 2 од.
Час спрацювання	0,4 с	0.25 с	–	0,4 с
Габарити	116×70×29 мм	132×60×38 мм	130×55×38 мм	133×48×23 мм
Вага	200 г	150 г.	250 г	90 г

Рисунок 1.8 – Основні характеристики люксометрів

Фотометри — це прилади, які використовуються для вимірювання освітленості або освітленості в приміщенні. Вони зазвичай використовуються

для оцінки рівня освітленості в робочих приміщеннях, але також можуть бути використані для вимірювання рівня інсоляції через вікна або на певній поверхні.

Камери для вимірювання дифузної світлової пропускності: Ці камери використовуються для вимірювання світлопропускності матеріалів, таких як віконні склопакети або скловолокно, які використовуються у будівлях. Вони можуть надати інформацію про те, яка частка сонячного випромінювання проходить через матеріал.

Це лише кілька прикладів приладів та обладнання, які використовуються для вимірювання рівня інсоляції приміщень. Вибір певного приладу залежить від конкретних потреб, точності та бюджетних обмежень.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи

Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень має відповідати таким основним вимогам:

1. Вбудована система повинна мати наступні параметри:

- Діапазон вимірюваного освітлення, Лк° 0...100
- Кількість напрямів вимірювання освітлення, шт. 5
- Кількість давачів освітлення, шт. 5
- Протоколи обміну даними Wi-Fi та Bluetooth
- Система повинна живитись напругою постійного струму, В $+5\pm 10\%$

2. Основні вимоги та характеристики до комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень визначають призначення, певну конструкцію та склад системи. Зокрема конструція повинна включати в себе сенсори освітлення, причому їх має бути 5 штук, для вимірювання рівня інсоляції у всіх напрямках від системи. Їх розміщення відповідає напрямкам вимірювання інсоляції.

Також в систему включено модуль Bluetooth для обміну даними з іншими подібними пристроями та модуль Wi-Fi для передачі отриманих даних про рівень інсоляції на сервер.

За цими вимогами було розроблено структурну схему комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень рис. 2.1.

Структурна схема комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень враховує вимоги технічного завдання та передбачає застосування загально поширених модулів і компонентів, які зазначені в ТЗ.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Зелінський В.Р.</i>					19	66
<i>Перевір.</i>		<i>Лецишин Ю.З.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>				<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

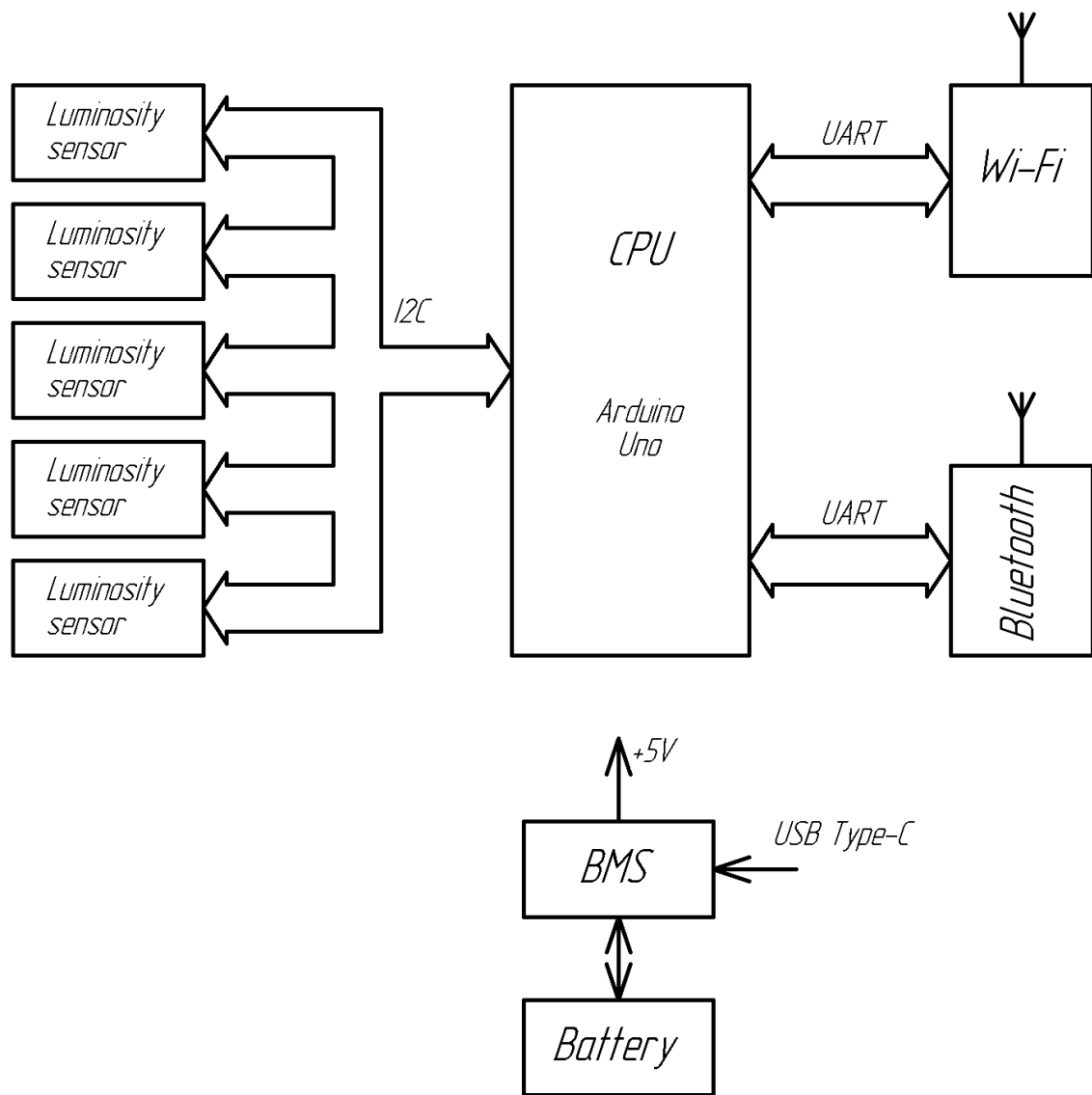


Рисунок 2.1 – Структурна схема комп’ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень

Комп’ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень складається з таких блоків:

- Пяти модулів вимірювання інсоляції, що направлені у різні сторони,
- Плати мікроконтролера Arduino Uno,
- Радіомодему Wi-Fi,
- Радіомодему Bluetooth,
- Автономного джерела живлення на батареї.

Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень працює наступним чином. Мікроконтролер Arduino Uno виконує опитування п'яти модулів вимірювання інсоляції по черзі за допомогою цифрової шини даних I2C. Також мікроконтролер Arduino Uno перевіряє наявність підключених пристроїв до Bluetooth радіо модему і при їх наявності опитує та збирає дані.

Отримані дані від п'яти модулів вимірювання інсоляції та інших датчиків що приєднані по Bluetooth протоколу, надсилає на сервер за допомогою радіомодему Wi-Fi.

Автономне джерело живлення на літій іонній батареї забезпечує живлення системи і заряджається через систему управління батареєю (BMS) від порта з розємом USB Type-C. Такий принцип підключення убезпечує батарею від виходу з ладу та гарантує тривалу роботу від батареї та зручність користування системою.

2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення проекрованої системи

2.2.1 Вибір плати Arduino Uno

Основні технічні характеристики плати Arduino Uno включають наступні параметри.

Arduino Uno використовує мікроконтролер ATmega328P. Це 8-бітний мікроконтролер з тактовою частотою 16 МГц.

Arduino Uno має 32 кБ флеш-пам'яті, з яких 0,5 кБ використовуються для збереження завантажувального програмного забезпечення (bootloader). Вона також має 2 кБ ОЗП (оперативної пам'яті) та 1 кБ EEPROM (електрично програмованої пам'яті).

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ARDUINO UNO R3 SMD PINOUT

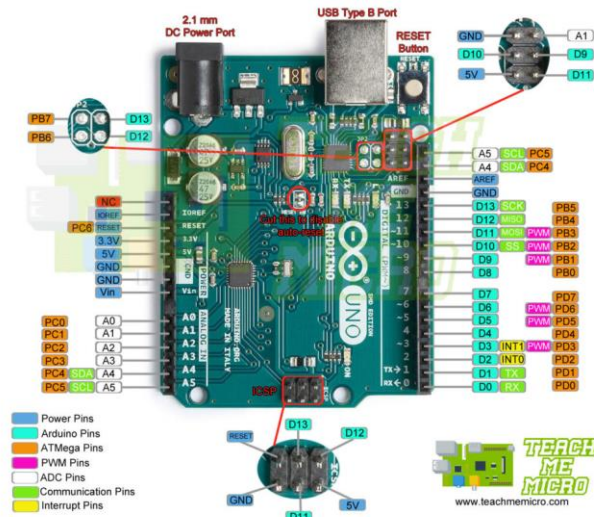


Рисунок 2.2 – Призначення виводів плати Arduino Uno

Arduino Uno має 14 цифрових входів/виходів (з яких 6 можуть бути використані як ШІМ-виходи) і 6 аналогових входів.

Arduino Uno підтримує ШІМ-сигнали (Широтно-імпульсна модуляція) на 6 цифрових пінах, що дозволяє регулювати яскравість світлодіодів, швидкість моторів тощо.

Arduino Uno має вбудовані інтерфейси для зв'язку з іншими пристроями, такі як USB (для програмування та зв'язку з комп'ютером), UART (для послідовного зв'язку) та I2C (для з'єднання з пристроями по шині I2C).

Arduino Uno може бути живлений від комп'ютера через USB або від зовнішнього джерела живлення з напругою від +7 до +12 вольт. Вона також має вбудований регулятор напруги, який забезпечує стабільну напругу +5 вольт для живлення інших пристроїв.

Arduino Uno має розміри 68,6 мм на 53,4 мм.

Ці характеристики стосуються плати Arduino Uno, проте варто зазначити, що існує багато розширень та модифікацій Arduino Uno, які можуть мати деякі додаткові функції та характеристики.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2.2.2 Вибір модуля Bluetooth

Bluetooth - це бездротовий протокол передачі даних, який використовується для забезпечення з'єднання та обміну даними між пристроями через короткі відстані. Основні технічні характеристики модуля Bluetooth можуть варіюватись залежно від версії Bluetooth та конкретних характеристик модуля. Ось деякі загальні характеристики: діапазон роботи, швидкість передачі даних, підтримувані профілі, енергоспоживання, захист від перешкод.

Bluetooth працює на частоті 2,4 ГГц і має обмежений діапазон роботи, який зазвичай складає до 10 метрів. У деяких випадках, залежно від версії Bluetooth та налаштувань модуля, цей діапазон може бути більшим.

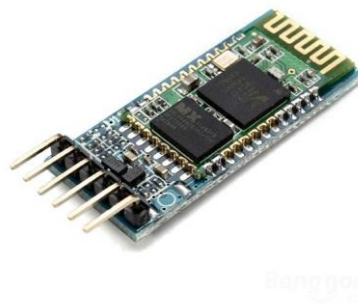


Рисунок 2.3 – Bluetooth модуль HC-05

Bluetooth протокол підтримує різні швидкості передачі даних, які залежать від версії Bluetooth. Наприклад, Bluetooth 5.0 може підтримувати швидкість до 2 Мбіт/с, в той час як Bluetooth 4.2 підтримує швидкість до 1 Мбіт/с.

Bluetooth визначає різні профілі, які визначають, які типи даних можуть передаватись між пристроями. Наприклад, профіль Hands-Free може використовуватись для передачі голосу між телефоном та гарнітурою, а профіль File Transfer дозволяє обмінюватись файлами між пристроями.

Bluetooth має різні режими роботи, які дозволяють знизити споживання енергії. Наприклад, Bluetooth Low Energy (BLE) є режимом, який використовується для передачі невеликих обсягів даних з низьким

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживанням енергії. Цей режим підходить для пристроїв IoT та носимої електроніки.

Bluetooth використовує різні методи для захисту від перешкод та забезпечення безпеки передачі даних. Версії Bluetooth мають свої методи шифрування та аутентифікації для забезпечення конфіденційності та інтегритету даних.

Протокол радіо зв'язку Bluetooth Specification v2.0 + EDR

Частота радіо зв'язку GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)

Потужність модуля відправки $\leq 4\text{dBm}$, Class 2

Потужність модуля прийому $\leq -84\text{dBm}$ at 0.1% BER

Швидкість модуля асинхронна 2.1Mbps (Max) / 160 kbps, синхронна 1Mbps / 1Mbps

Безпека передачі даних Authentication and encryption

Профіль проводового інтерфейсу Bluetooth serial port

Живлення + 5VDC 50mA

Важливо зауважити, що технічні характеристики можуть варіюватись залежно від версії Bluetooth, оскільки протокол постійно розвивається і виходять нові версії з поліпшеними функціями та можливостями.

2.2.3 Вибір модуля Wi-Fi

Основні технічні характеристики модуля Wi-Fi можуть варіюватись залежно від конкретної версії Wi-Fi та типу модуля. Ось деякі загальні характеристики: частотний діапазон, швидкість передачі даних, канали, модуляція, захист і безпека, дальність покриття.

Wi-Fi працює на різних частотних діапазонах, таких як 2,4 ГГц та 5 ГГц. Деякі модулі підтримують обидва діапазони, тоді як інші можуть підтримувати тільки один з них.

Wi-Fi підтримує різні стандарти швидкості передачі даних, такі як 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac та 802.11ax. Кожен стандарт визначає максимальну швидкість передачі даних, яку може підтримувати модуль Wi-Fi.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Wi-Fi працює на різних каналах, які знаходяться в межах частотного діапазону. Кількість доступних каналів залежить від країни та регуляторних вимог. Це важливо при виборі каналу для забезпечення мінімального впливу від перешкод та максимальної продуктивності.

Wi-Fi використовує різні методи модуляції для передачі даних, такі як QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM та інші. Ці методи дозволяють передавати більше даних за один символ, забезпечуючи вищу швидкість передачі даних.

Wi-Fi має різні методи захисту та безпеки, такі як WEP, WPA, WPA2, WPA3. Ці методи шифрування та аутентифікації дозволяють захистити передачу даних між пристроями та забезпечити конфіденційність та інтегритет даних.

Дальність покриття модуля Wi-Fi може залежати від багатьох факторів, таких як потужність передачі сигналу, тип антени та наявність перешкод. Зазвичай, Wi-Fi може забезпечувати покриття від кількох метрів до кількох сотень метрів, в залежності від умов.

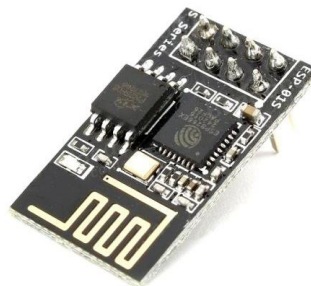


Рисунок 2.4 – Wi-Fi модуль ESP8266 ESP-01S

Характеристики Wi-Fi модуля ESP8266 ESP-01S:

Апаратна підтримка WiFi протоколів 802.11 b/g/n

Функція Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP

Вбудований мережевий стек TCP/IP

Радіоканал має вбудований TR перемикач, узгоджував balun,

LNA –підсилювач, підсилювач потужності та відповідність мережі

Вихідна потужність радіоканалу +19.5 дБм у режимі 802.11b

Обмін даними SDIO 2.0, SPI, UART

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Передача даних з STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO

Функція пробудження та відправлення пакетів: до 22 мс

Режим мікро споживання у режимі Standby до 1.0 мВт (DTIM3)

Важливо зазначити, що конкретні характеристики модуля Wi-Fi можуть різнитись від виробника до виробника та від моделі до моделі.

2.2.4 Вибір сенсора освітлення TSL2591

Сенсор TSL2591 – це цифровий оптичний сенсор освітленості, який використовується для вимірювання рівня освітленості в навколишньому середовищі. Основний принцип роботи сенсора TSL2591 полягає в вимірюванні світлового потоку та перетворенні його на цифровий сигнал.



full_spectrum	72
infrared	52
visible	20
calculated_lux	0.0094 lx

Рисунок 2.5 – Сенсор TSL2591

Основні компоненти сенсора TSL2591 включають фотодіоди, підсилювач сигналу, аналого-цифровий перетворювач (ADC) та логічний інтерфейс для зчитування даних.

Принцип роботи сенсора TSL2591 наступний.

Фотодіоди сенсора TSL2591 здатні збирати світло з навколишнього середовища. Світло, яке падає на фотодіоди, генерує фотострум, який пропорційний рівню освітленості.

Згенерований фотострум проходить через підсилювач сигналу для збільшення його амплітуди. Це допомагає забезпечити більш точне вимірювання освітленості.

Після підсилення сигналу аналоговий сигнал перетворюється на цифровий сигнал за допомогою вбудованого ADC. Цифровий сигнал представляє числове значення, яке відповідає вимірюваній освітленості.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цифрові дані, отримані з ADC, можуть бути зчитані через логічний інтерфейс, такий як I2C або SPI. Це дозволяє мікроконтролеру або іншому пристрою отримувати дані про рівень освітленості, які потім можуть бути використані для подальшої обробки або прийняття рішень.

Сенсор TSL2591 може забезпечувати високу чутливість до широкого діапазону освітленості, від дуже слабкого світла до яскравого освітлення. Він також має можливість вимірювати різні типи освітленості, включаючи видиме світло та інфрачервоне світло.

2.3 Опис шин обміну даними

2.3.1 Опис шини I2C

Шина даних I2C (Inter-Integrated Circuit) - це популярний протокол зв'язку між пристроями, який дозволяє обмінюватися даними між ними. Принцип роботи шини даних I2C полягає в здійсненні послідовного передачі даних між пристроями за допомогою двох сигнальних ліній - лінії даних (SDA) та лінії годинника (SCL).

Основний принцип роботи шини даних I2C наступний: ініціалізація, адресація, передача даних, підтвердження (ACK/NACK), завершення.

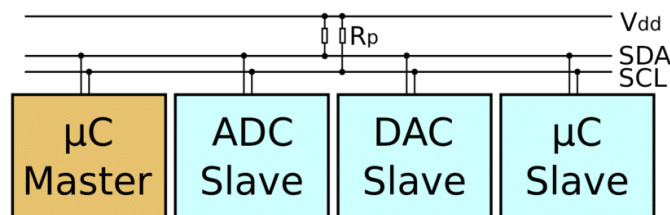


Рисунок 2.6 – Схема з'єднання шини даних I2C

Початково, майстер пристрій (наприклад, мікроконтролер) надсилає стартовий сигнал на шину, що позначає початок комунікації. Це досягається зміною рівня лінії SDA з високого (1) на низький (0), тоді як лінія SCL залишається на рівні високого (1).

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

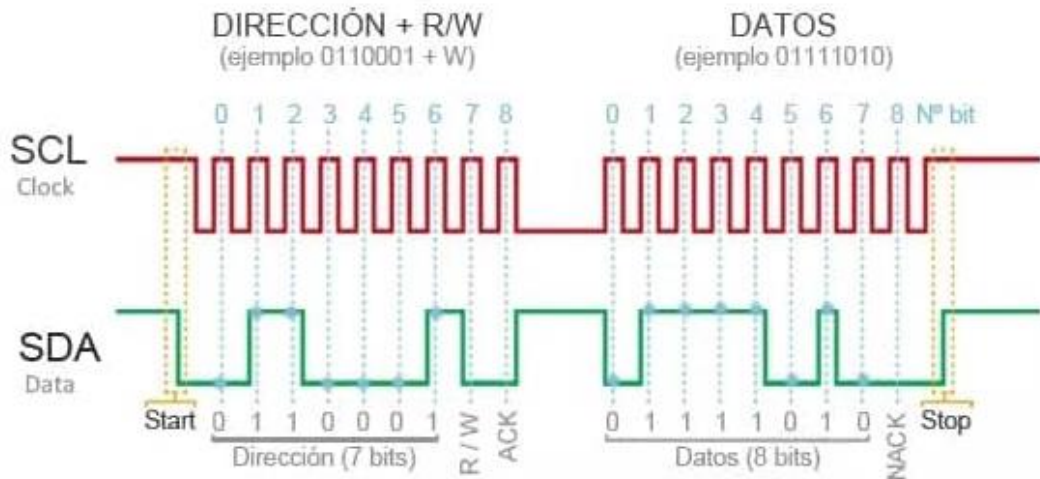


Рисунок 2.7 – Формування передачі даних шини I2C

Майстер пристрій передає адресу пристрою, з яким він бажає взаємодіяти. Це робиться надсиланням байту, який містить адресу пристрою і біт, що вказує, чи потрібно здійснювати читання чи запис. Кожен пристрій на шині має унікальну адресу, що дозволяє майстру звертатися до конкретного пристрою.

Після адресації майстер пристрій та обране пристрій можуть передавати дані один одному. Кожен байт даних передається послідовно, починаючи з найбільш значущого біту (MSB). Пристрої синхронізуються за допомогою сигналу на лінії SCL, де майстер встановлює рівень даних на лінії SDA, а пристрій приймає ці дані.

Після кожного байта даних, отримувач (пристрій-приймач) надсилає підтвердження (ACK) або непідтвердження (NACK) назад майстру пристрою. Це вказує, чи були дані успішно отримані. ACK відбувається шляхом майстра встановлення рівня даних на лінії SDA високим (1) під час певного часового інтервалу, тоді як NACK відбувається шляхом збереження рівня даних на лінії SDA низьким (0).

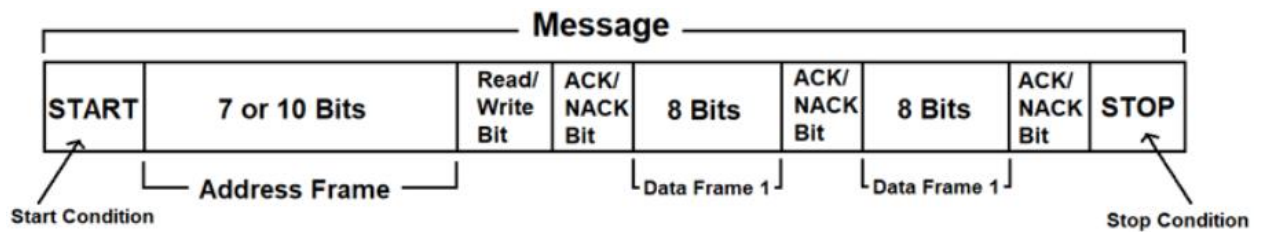


Рисунок 2.8 – Формування пакету даних шини I2C

Після передачі необхідної кількості байтів даних майстер пристрій надсилає сигнал стопу, що позначає кінець комунікації. Це досягається зміною рівня лінії SDA з низького (0) на високий (1), тоді як лінія SCL залишається на рівні високого (1).

Принцип роботи шини даних I2C базується на синхронізованому обміні бітами даних між майстером та пристроями на шині. Це дозволяє забезпечити надійну та ефективну комунікацію між пристроями, що підключені до шини.

2.3.2 Опис шини даних UART

Шина даних UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) - це протокол зв'язку, який дозволяє передавати послідовні дані між двома пристроями. Принцип роботи шини даних UART полягає в передачі бітів даних послідовно через один канал комунікації без синхронізації.

Основний принцип роботи шини даних UART наступний:

Шина UART використовує два сигнальні проводи - один для передачі даних (TX - transmit) і один для прийому даних (RX - receive).

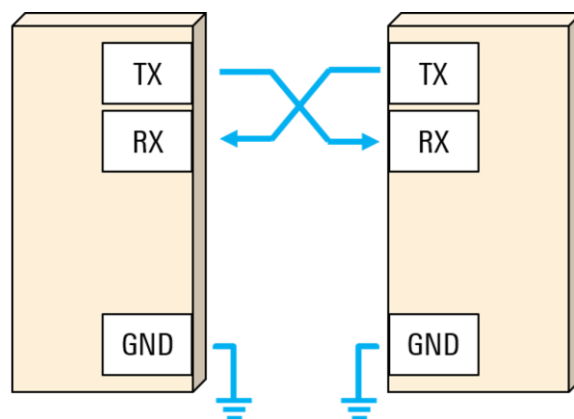


Рисунок 2.9 – Приклад комутації шини UART

Перед початком передачі кожен байт починається зі стартового біту, який має низький (0) рівень. Це вказує приймачу, що передача даних починається.

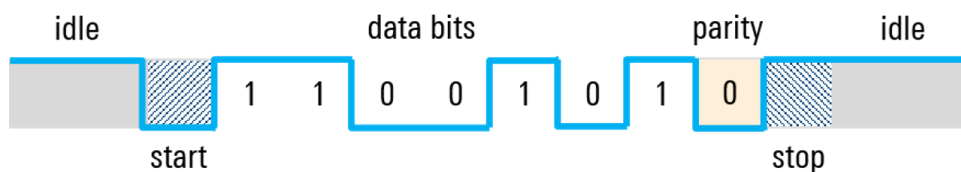


Рисунок 2.10 – Приклад формування пакету шини UART

Послідовність бітів даних передається, починаючи з найменш значущого біту (LSB) і закінчуючи найбільш значущим бітом (MSB). Кожен біт триває протягом певного часу, визначеного швидкістю передачі даних (бод-швидкість).

Після передачі даних можуть бути включені додаткові біти контролю, такі як біти парності (parity) або біт(-и) стопу (stop bit(s)). Біти парності дозволяють виявляти помилки передачі даних, а біт(-и) стопу використовуються для визначення кінця передачі кожного байта.

Між передачами байтів може бути введений сигнал затримки (idle state), коли лінія передачі даних (TX) підтримує високий (1) рівень.

Протилежний пристрій приймає послідовність бітів даних на лінії прийому даних (RX) і декодує їх для отримання оригінальних даних.

Принцип роботи шини даних UART базується на асинхронному передачі даних, де немає глобального годинника для синхронізації передачі. Замість цього, використовуються стартові та стопові біти для вказівки початку та кінця кожного байта даних. Цей простий і ефективний протокол забезпечує передачу даних між пристроями без необхідності в складних механізмах синхронізації.

2.4 Опис алгоритму роботи комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень

Робота комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень ґрунтується на вимірюванні освітленості на кожній з п'яти сторін кубічного корпусу системи. Далі отримані таким чином величини освітленості передаються з використанням модуля Wi-Fi на сервер, який за відповідними математичними моделями будує лінії градації освітленості в приміщенні. Також у системі передбачено зв'язок з кількома такими системами оцінювання рівня інсоляції приміщень через модуль зв'язку Bluetooth.

Блок схема алгоритму роботи комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень наведена на рис. 2.11.

Алгоритм роботи комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень працює наступним чином.

При включенні комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень в першу чергу відбувається зчитування початкових даних та налаштувань з пам'яті мікроконтролера.

Наступним кроком є перевірка Wi-Fi підключення до сервера, оскільки без цього система не зможе передавати дані на сервер, а отже працювати. Перевірка включає в себе перевірку наявності безпроводної мережі та підключення до заданої IP адреси.

Наступний крок це перевірка наявності Bluetooth пристроїв що також можуть передавати дані про інсоляцію в інших точках приміщення. При наявності інших пристроїв, дана система може працювати, як роутер і комутувати передачу даних від інших пристроїв на сервер. За результатом перевірки наявності Bluetooth пристроїв при негативному результаті Bluetooth модуль вимикається для економії енергії батареї, а якщо результат опитування позитивний то виконується опитування сенсорів віддаленого пристрою та запис в реєстр числа "1".

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

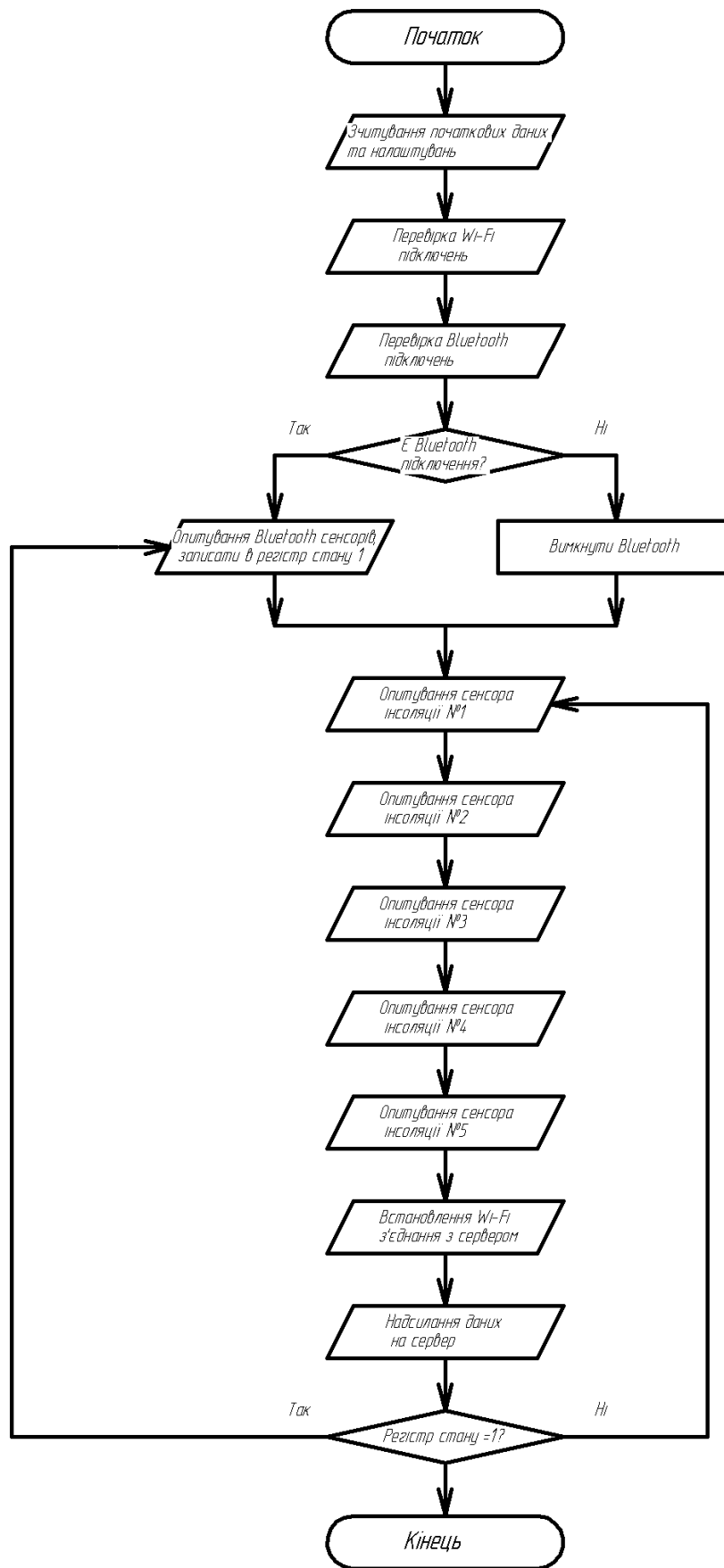


Рисунок 2.11 – Блок схема алгоритму роботи комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Наступним кроком є послідовне опитування п'яти сенсорів інсоляції і формування пакету з даними давачів інсоляції та інших віддалених давачів для відправлення на сервер.

Далі відбувається з'єднання з сервером через Wi-Fi підключення та надсилання даних на сервер.

Наступним кроком є перевірка стану реєстра, якщо відповідь "так", тобто є віддалені Bluetooth пристрої, то алгоритм повертається до опитування цих пристроїв, якщо відповідь "ні", то алгоритм повертається до опитування п'яти сенсорів інсоляції.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Підключення і налаштування комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень

Налаштування системи оцінювання рівня інсоляції приміщень починається з покрокового підключення і налаштування всіх модулів та блоків на макетній платі.

3.1.1 Підключення сенсора інсоляції TSL2591. Схема на рис. 3.1.

Сенсорна TSL2591 плата дозволяє використовувати сенсор зовнішнього освітлення TSL2591 з платами Arduino. Зв'язок із сенсором здійснюється через ІС.

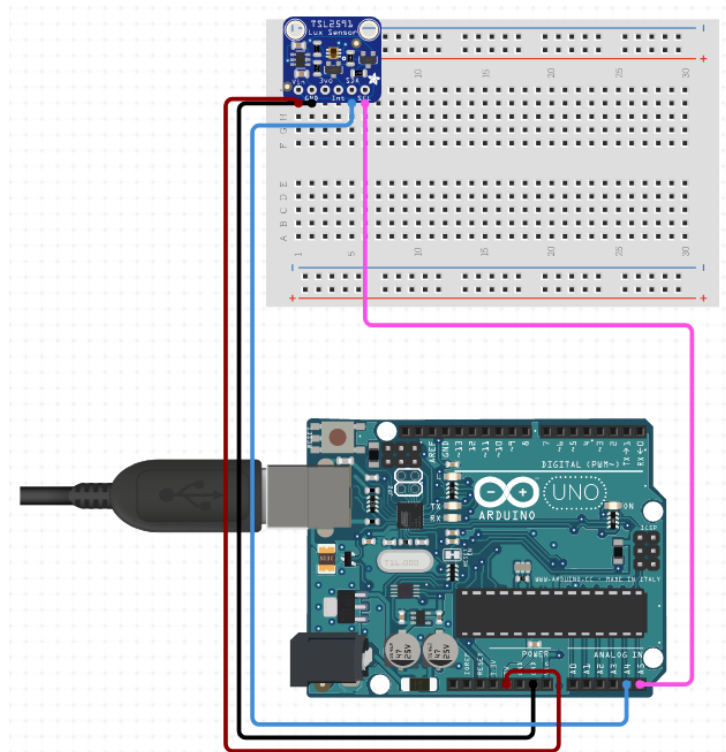


Рисунок 3.1 – Arduino Uno схема підключення сенсора інсоляції TSL2591

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зелінський В.Р.			Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Лецишин Ю.З.					34	66
Н. Контр.		Луцик Н.С.			ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41			
Затверд.		Осухівська Г.М.						

Апаратна та програмна реалізація повертає чотири параметри від чотирьох вбудованих сенсорів. І лише одне значення `calculated_lux`, є справжнім значенням освітленості. Інші параметри від вбудованих сенсорів є безрозмірними величинами отримані від АЦП мікросхеми. Мікросхема містить два вбудованого сенсори, які вимірюють «видиме та інфрачервоне» (канал 0) та «інфрачервоне» (канал 1) світло. Значення видимого діапазону отримують шляхом віднімання результатів вимірювання вбудованого інфрачервоного сенсора (канал 1) від значення вбудованого сенсора (канал 0). Загалом мікросхема видає наступні параметри.

`full_spectrum`: Необроблені 16-бітні дані з бортового АЦП для вбудованого сенсора видимого та інфрачервоного світла (канал 0).

`infrared`: Необроблені 16-бітні дані з бортового АЦП для вбудованого сенсора інфрачервоного світла (канал 1).

`visible`: Ця величина відображає обчислену різницю між двома вбудованими сенсорами (канал 0 мінус канал 1).

`Calculated_lux` : це розраховане значення в люксах, отримане на основі показань вбудованих сенсорів, та налаштованого підсилення та налаштованого часу інтегрування.

`actual_gain` : фактичне значення коефіцієнта підсилення, яке використовується для розрахункових значень яскравості. Це значення оновлюється щоразу, коли `gain` змінюється, що актуально коли вимірюються відносні яскравості, або коли відбуваються екстремальні зміни яскравості.

При роботі з сенсором TSL2591 необхідно налаштувати такі конфігураційні змінні:

Для пристрою TSL2591:

`id` (Необов'язково , ID): вручну вказуємо ідентифікатор, який використовується для створення коду.

`name` (необов'язково , рядок): зрозуміла назва для цього пристрою TSL2591.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

address (необов'язково , int): вручну вказуємо адресу I²C пристрою. За замовчуванням 0x29. Це неможливо змінити для цього пристрою без додаткового обладнання. Він також автоматично використовує вторинну адресу 0x28(див. таблицю даних), роблячи цю адресу недоступною для інших пристроїв на одній шині I²C.

integration_time (необов'язково , час): час, який пристрій використовуватиме для кожного вимірювання. Довші – точніші значення. Для мікросхеми не можна вказати довільний проміжок часу. Він має бути еквівалентом одного з: 100ms (за умовчанням), 200ms, 300ms, 400ms, 500ms, 600ms.

gain (необов'язково , рядок): підсилення, яке використовуватиме пристрій. Вищі значення кращі в умовах слабкого освітлення. Множники тут приблизні. Значення наведені нижче в тому самому рядку є псевдонімами. Для мікросхеми не можна вказати довільний коефіцієнт підсилення. Це має бути одне з:

low,1x

medium, med,25x

high,400x

maximum, max,9500x

auto (за умовчанням)

update_interval (Необов'язковий , Час): інтервал для перевірки датчиків. За замовчуванням 60s.

power_save_mode (Необов'язковий , логічне значення): чи слід вимикати пристрій між інтервалами оновлення? За замовчуванням True.

device_factor (Необов'язковий , float): за замовчуванням 53.0. Коефіцієнт пристрою, який буде використовуватися як частина рівняння люкс для calculated_lux.

glass_attenuation_factor (Необов'язковий , float): за умовчанням 7.7. Коефіцієнт ослаблення світла для скла, який слід використовувати як частину рівняння люкс для calculated_lux.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для мікросхеми можна налаштувати всі або будь-який піднабір венсорів, що є на борту. При цьому кожен налаштований сенсор повідомляється окремо на кожному update_interval.

full_spectrum (необов'язково): показання для сенсора повного спектру.

name (обов'язково , рядок): ім'я сенсора.

infrared (необов'язково): показання інфрачервоного сенсора.

name (обов'язково , рядок): ім'я сенсора.

visible (необов'язковий): показання для видимого світла.

name (обов'язково , рядок): ім'я сенсора.

calculated_lux (необов'язково): значення обчисленого люкса.

name (обов'язково , рядок): ім'я сенсора.

actual_gain (необов'язковий): значення приросту, яке використовується для звітних значень. Особливо корисно, коли посилення встановлено на «авто».

name (обов'язково , рядок): ім'я сенсора.

```
# Example configuration entry
i2c:
  # ...
  sensor:
    - platform: tsl2591
      name: "This little light of mine"
      id: "my_tsl2591"
      address: 0x29
      update_interval: 60s
      gain: auto
      device_factor: 53
      glass_attenuation_factor: 14.4
      visible:
        name: "TSL2591 visible light"
      infrared:
        name: "TSL2591 infrared light"
      full_spectrum:
        name: "TSL2591 full spectrum light"
      calculated_lux:
        id: i_lux
        name: "TSL2591 Lux"
      actual_gain:
        id: "actual_gain"
        name: "TSL2591 actual gain"
```

При під'єднанні кількох сенсорів інсоляції (див. рис. 3.2) .

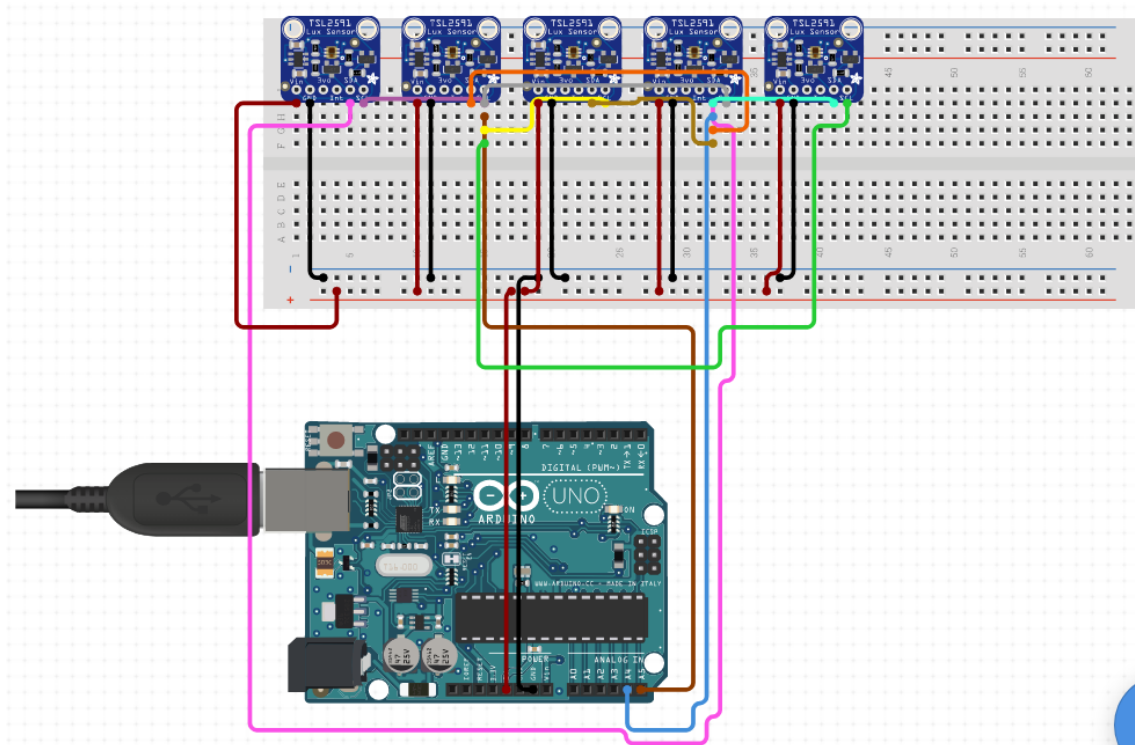


Рисунок 3.2 – Підключення кількох сенсорів інсоляції TSL2591

```
#include "Wire.h"

extern "C" {
    #include "utility/twi.h"
}

void scanI2CBus(byte from_addr, byte to_addr, void(*callback)(byte
address, byte result) )
{
    byte rc;
    byte data = 0;
    for( byte addr = from_addr; addr <= to_addr; addr++ ) {
        rc = twi_writeTo(addr, &data, 0, 1, 0);
        callback( addr, rc );
    }
}

void scanFunc( byte addr, byte result ) {
    Serial.print("addr: ");
    Serial.print(addr,DEC);
    Serial.print( (result==0) ? " Encontrado!":"      ");
    Serial.print( (addr%4) ? "\t":"\n");
}
}
```

```

const byte start_address = 8;
const byte end_address = 119;

void setup()
{
    Wire.begin();

    Serial.begin(9600);
    Serial.print("Escaneando bus I2C...");
    scanI2CBus( start_address, end_address, scanFunc );
    Serial.println("\nTerminado");
}

void loop()
{
    delay(1000);
}

```

При під'єднанні кількох сенсорів інсоляції (див. рис. 3.2) TSL2591 необхідно налаштувати адресний простір шини I2C оскільки при замовчуванні всі здавачі мають одну адресу 0x29. Для цього необхідно перевірити адреси всіх давачів на шині I2C та присвоїти їм нові адреси. Для цього використовується відповідний код що наведений нижче.

Даний код опитує шину I2C та визначає адреси сенсорів і пристроїв що приєднані до неї, це особливо актуально коли на шині присутні конфлікти адресації.

3.1.2 Підключення сенсора модуля Bluetooth HC-05.

Для коректної роботи модуля Bluetooth HC-05 серед інших подібних модулів та інших пристроїв Bluetooth, необхідно задати ім'я використовуваного модуля Bluetooth HC-05. Це виконується на комп'ютері в середовищі Arduino IDE. Підключаємо модуль до комп'ютера в виконуємо налаштування які наведено на рис. 3.3.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

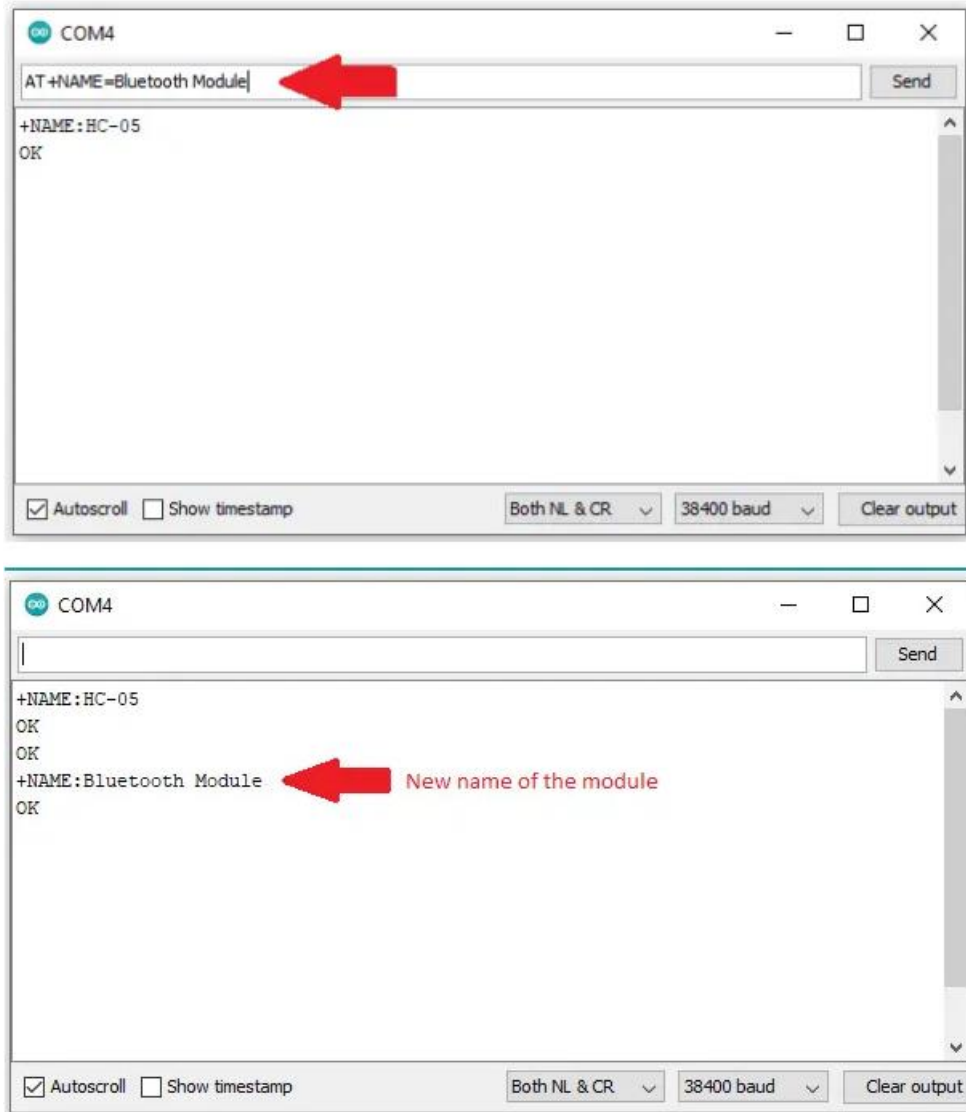


Рисунок 3.3 – Зміна імені використовуваного модуля Bluetooth HC-05

Далі приєднуємо модуль до плати Arduino та налаштовуємо модуль на постійний обмін даними між модулем та платою Arduino по протоколу UART. Код програми наведено нижче.

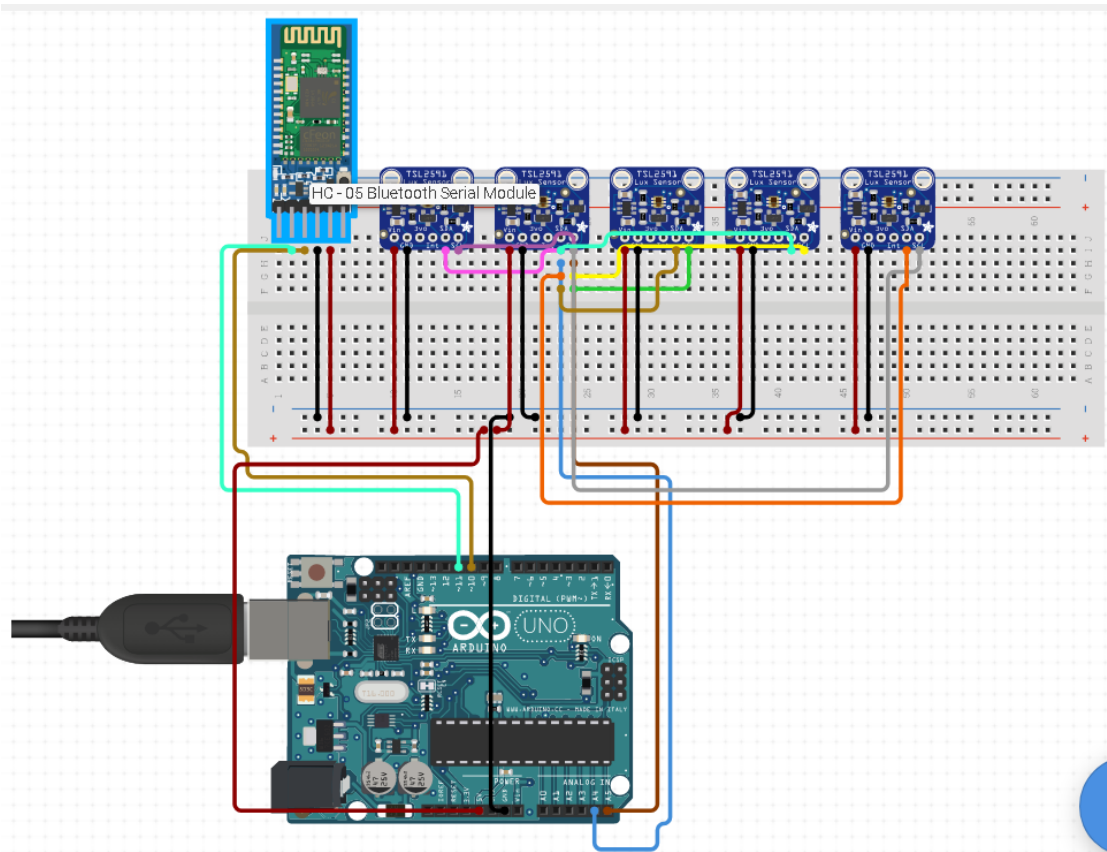


Рисунок 3.4 – Схема підключення сенсора модуля Bluetooth HC-05

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial BTSerial(10, 11);    // RX | TX

void setup()
{
  pinMode(9, OUTPUT);
  digitalWrite(9, HIGH);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Enter AT commands:");
  BTSerial.begin(38400); // HC-05 default speed in AT command
  mode
}

void loop()
{
  // Read from HC05 and send to Arduino
  if (BTSerial.available())
    Serial.write(BTSerial.read());

  // Read from serial monitor and send to HC05
  if (Serial.available())
    BTSerial.write(Serial.read());
}
```

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Модуль Bluetooth HC-05 використовується в системі для постійного обміну інформацією між модулем та платою Arduino. Такий режим роботи зменшує затримку в передачі пакетів даних.

3.1.3 Підключення і налаштування Wi-Fi модуль ESP8266 ESP-01S

Для коректної роботи Wi-Fi модуля ESP8266 ESP-01S, його необхідно налаштувати на роботу з мережею та на підключення до наперед заданого сервера. Для цього модуль треба приєднати до комп'ютера і запустити термінал.

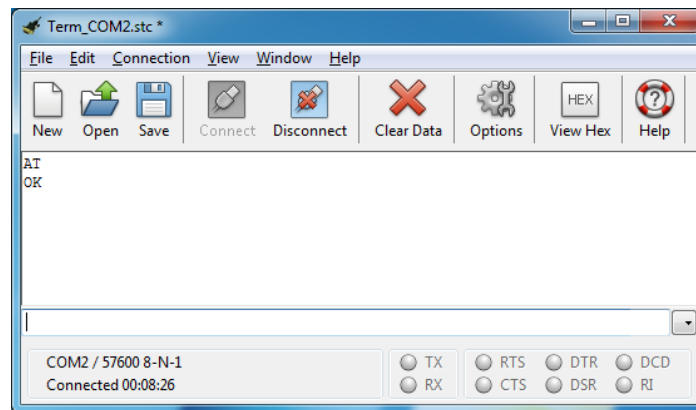


Рисунок 3.5 – Налаштування роботи Wi-Fi модуля ESP8266 ESP-01S

Далі за допомогою AT команд необхідно оновити прошивку та під'єднатись до наявної мережі Wi-Fi та перевірити процес обміну даними.

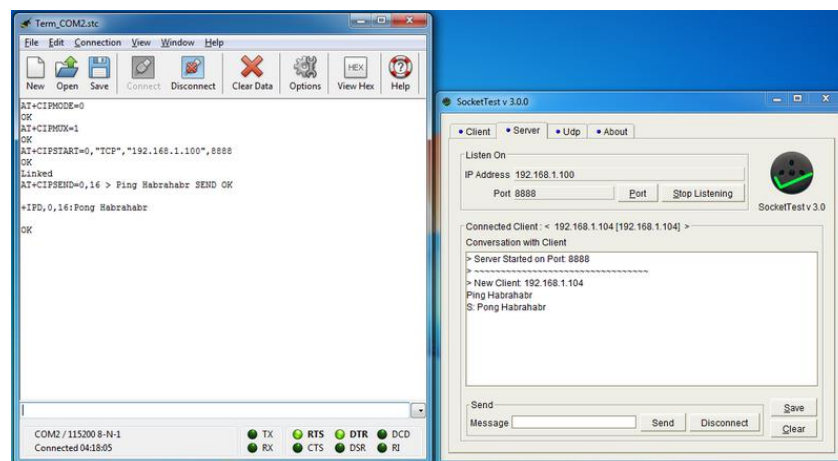


Рисунок 3.6 – Приєднання наявної мережі Wi-Fi та перевірка процесу обміну даними

Після налаштувань, модуль можна приєднати до плати Arduino на якій побудована комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень.

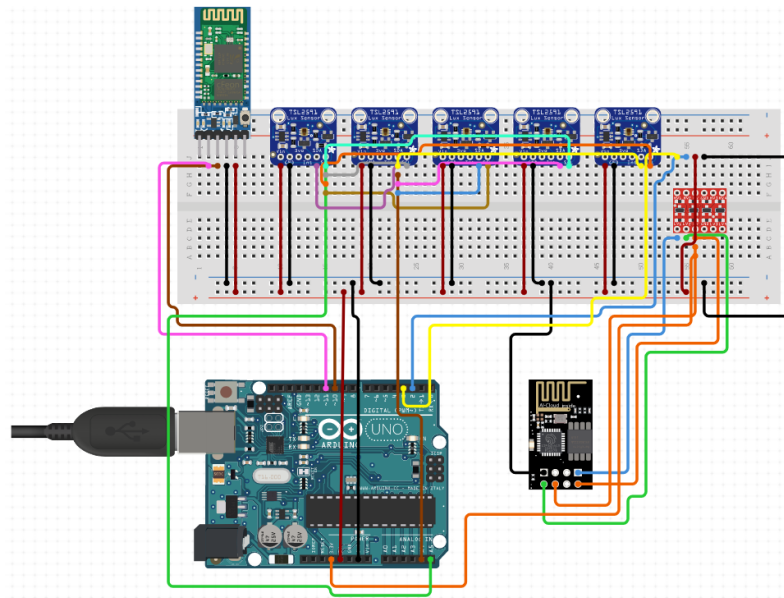


Рисунок 3.7 – Приєднання Wi-Fi модуля ESP8266 ESP-01S

```
#include "Arduino.h"
#include "EspMQTTClient.h" /*
https://github.com/plapointe6/EspMQTTClient */
/*
https://github.com/knolleary/pubsubclient */
#define PUB_DELAY (5 * 1000) /* 5 seconds */

EspMQTTClient client(
  "<wifi-ssid>",
  "<wifi-password>",

  "dev.rightech.io",
  "<ric-mqtt-client-id>"
);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void onConnectionEstablished() {
  client.subscribe("base/relay/led1", [] (const String &payload)
  {
    Serial.println(payload);
  });
}
```

```

long last = 0;
void publishTemperature() {
    long now = millis();
    if (client.isConnected() && (now - last > PUB_DELAY)) {
        client.publish("base/state/temperature", String(random(20,
30)));
        client.publish("base/state/humidity", String(random(40, 90)));
        last = now;
    }
}

void loop() {
    client.loop();
    publishTemperature();
}

```

Для з'єднання модуля з сервером використано протокол MQTT. В кодї використано функції та бази даних MQTT для температури та вологості для зберігання величини рівня інсоляції. Це дозволяє використовувати ресурси Інтернету речей для передачі та зберігання даних від комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Менеджмент безпеки життєдіяльності людини

Менеджмент безпеки життєдіяльності передбачає багато складових, які починаються з заходів підготовки і передбачення надзвичайної ситуації, оповіщення і захист у разі її настання, та евакуації населення і ліквідації її наслідків. Тому процес управління має багато заходів до і після настання надзвичайної ситуації. Загалом він має такі складові:

- оповіщення про загрозу і постійне інформування населення досягається:

а) завчасним створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення населення;

б) організаційно-технічним з'єднанням територіальних систем централізованого оповіщення і систем оповіщення на об'єктах господарювання;

в) завчасним створенням і організаційно-технічним з'єднанням з системами спостереження і контролю постійно діючих локальних систем оповіщення та інформації населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств, інших потенційно небезпечних об'єктів;

г) централізованим використанням загальнодержавних і відомчих систем зв'язку, радіопровідного, телевізійного оповіщення, радіотрансляційних мереж та інших технічних засобів передачі інформації;

- спостереження і контроль за довкіллям, продуктами харчування і водою забезпечується:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ			
Розроб.		Зелінський В.Р.			Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Лецишин Ю.З.					45	66
Н. Контр.		Луцик Н.С.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Затверд.		Осухівська Г.М.						

а) створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю незалежно від підпорядкованості;

б) організацією збору, опрацювання і передачі інформації про стан довкілля, забруднення продуктів харчування, харчової сировини, фуражу, води радіоактивними, хімічними речовинами та інфекційними мікроорганізмами;

в) наданням населенню можливості придбати найпростіші засоби захисту і контролю в особисте користування;

- укриття у захисних спорудах;
- створення фонду захисних споруд досягається шляхом:

а) комплексного освоєння підземного простору міст і населених пунктів для взаємопогодженого розміщення в ньому споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого і господарського призначення та з урахуванням пристосування і використання частини приміщень для укриття населення в надзвичайних ситуаціях;

б) обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту, споруд підземного простору міст, гірничих виробок і природних порожнин;

в) дообладнання з урахуванням реальної обстановки підвальних та інших заглиблених приміщень;

г) будівництва заглиблених споруд, які окремо стоять, об'єктів господарювання, пристосованих для захисту;

д) масового будівництва в період загрози найпростіших сховищ та укриттів;

е) завчасного будівництва за рішенням Кабінету Міністрів України окремих сховищ і протирадіаційних укриттів.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наявний фонд захисних споруд використовується для господарських, культурних і побутових потреб у порядку, визначеному органами МНС України.

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, в районах прогнозованого виникнення локальних збройних конфліктів у 50-кілометровій прикордонній смузі, в районах виникнення стихійного лиха, великих аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та заподіяння шкоди здоров'ю людини).

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна евакуація в особливий період проводиться в окремих регіонах за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок:

- небезпечного радіоактивного забруднення навколо АЕС (якщо виникає безпосередня загроза життю та заподіяння шкоди здоров'ю населення, яке проживає в зоні ураження);
- загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням проривної хвилі;
- загрози або виникнення збройного конфлікту в районах 50-кілометрової прикордонної смуги.

Часткова евакуація здійснюється, як правило, в умовах переведення за рішенням Кабінету Міністрів України системи захисту населення і територій на воєнний стан до початку застосування агресором сучасних засобів ураження, а в мирний час - у разі загрози або виникнення стихійного лиха, аварії, катастрофи.

Під час проведення часткової евакуації завчасно вивозиться не зайняте у виробництві і сфері обслуговування населення: студенти, учні навчальних закладів, вихованці дитячих будинків, пенсіонери та інваліди, які утримуються

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у будинках для осіб похилого віку, разом з викладачами та вихователями, обслуговуючим персоналом і членами їхніх сімей.

У мирний час евакуація населення планується на випадок:

- загальної аварії на атомній електростанції;
- усіх видів аварій з викидом сильнодіючих отруйних речовин;
- загрози катастрофічного затоплення місцевості;
- великих лісових і торф'яних пожеж, землетрусів, зсувів, інших

геофізичних і гідрометеорологічних явищ з важкими наслідками, що загрожують населеним пунктам.

Здійснення організованої евакуації, запобігання проявам паніки і недопущення загибелі людей своєчасно забезпечується шляхом:

- планування евакуації населення;
- визначення зон, придатних для розміщення евакуйованих з потенційно небезпечних зон;
- підготовки уповноважених органів управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення до виконання евакуаційних заходів;
- організації оповіщення керівного складу і населення про початок евакуації;
- всебічного життєзабезпечення евакуйованого населення у районах позаміської зони;
- організації управління евакуацією;
- навчанням населення діям під час проведення евакуації.

Метою планування і здійснення евакуаційних заходів є:

- зменшення ймовірних втрат населення;
- збереження кваліфікованих кадрів спеціалістів;
- забезпечення стійкого функціонування об'єктів економіки;
- створення угруповань сил і засобів захисту в позаміській зоні з

метою проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках надзвичайних ситуацій в особливий період.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Евакуаційні заходи здійснюються за рішенням місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, уповноважених органів з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення відповідного рівня.

Евакуація населення здійснюється комбінованим способом, який передбачає у мирний час вивезення основної частини населення з міст і небезпечних районів усіма видами наявного транспорту, а у воєнний час - транспортом, який не передається до складу Збройних Сил України, у поєднанні з виведенням найбільш витривалої частини населення пішки.

4.2 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища приміщень з ВДТ

При організації виробничого середовища приміщень з ВДТ виконуються санітарні правила і норми ДСанПІН 3.3.2.007-98 “Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин”.

Заходи з безпеки працівників мають відповідати вимогам НПАОП 0.00-7.15-18 “Вимоги щодо безпеки та захисту здоров’я працівників під час роботи з екранними пристроями” та директиви Ради Європейських Співтовариств 89/391/ЕЕС «Про впровадження заходів, що сприяють поліпшенню безпеки й гігієни праці працівників».

Для приладів, які працюють у складі або разом з медичними приладами, характерне створення складних вимірювальних комплексів, функціональних кабінетів, обчислювальних центрів, обладнаних різноманітною електронною технікою.

Розроблювана комп’ютерна система є безпечна при всіх передбачених функціональними можливостями і вказаних у правилах користування умовах її експлуатації. Захист досягається дотриманням таких основних вимог:

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- 1) правильною конструкцією апарата, яка гарантує безумовну безпеку;
- 2) використанням спеціальних засобів зовнішнього захисту, які забезпечують умовну безпеку;
- 3) вказівкою умов, за яких робота з обладнанням є безпечною (описова безпека).

За способом захисту персоналу і пацієнта від електроудару і електротравми все устаткування, яке використовує зовнішнє живлення, ділиться на п'ять класів (окремо виділяється устаткування з внутрішніми джерелами живлення, батареями).

Згідно з розділом 3 статтею 13 Закону України "Про охорону праці" роботодавець створює для кожного працівника безпечні і нешкідливі умови праці шляхом належного облаштування робочих місць відповідно до Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників, затверджених наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 25 січня 2012 року № 67, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 14 лютого 2012 року за № 226/20539 (НПАОП 0.00-7.11-12).

Параметри мікроклімату в межах робочої зони відповідають вимогам санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Рівень шуму на робочих місцях відповідає санітарним нормам виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99.

Загальні вимоги безпеки до захисту від шуму на робочих місцях, шумові характеристики машин та механізмів повинні відповідати вимогам. А роботодавець здійснює контроль рівня шуму відповідно до вимог ДСТУ 2867-94 «Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги».

Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати норм, встановлених Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99.

Параметри електромагнітних полів на робочих місцях відповідають вимогам Державних санітарних норм і правил при роботі з джерелами

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електромагнітних полів, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18 грудня 2002 року № 476, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 13 березня 2003 року за № 203/7524 (ДСН 3.3.6.096-2002).

У робочій зоні виробничих приміщень вміст шкідливих речовин не повинен перевищувати граничнодопустимих концентрацій, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14 липня 2020 року №1596, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 3 серпня 2020 року за №741/35024 "Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони".

Забороняється захаращувати робочі місця готовою продукцією, матеріалами, деталями і предметами, які не використовуються у процесі виробництва.

Площа робочої поверхні столу повинна забезпечувати зручне розміщення технологічного устаткування, приладів та інструментів з урахуванням зони досяжності працівника в горизонтальній і вертикальній площинах.

Контрольно-вимірювальні прилади повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 55011:2017 «Обладнання промислове, наукове та медичне. Характеристики радіочастотних завод. Норми та методи вимірювання».

Температура нагрітих поверхонь устаткування та огорожень не повинна перевищувати +43 °С згідно з вимогами ДСТУ EN 563-2001 «Безпечність машин. Температури поверхонь, доступних для дотику. Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь».

Не дозволяється виконання робіт з використанням легкозаймистих і горючих рідин у приміщеннях, які не обладнані припливно-витяжною вентиляцією.

За умови виконання всіх наведених вимог, приміщення буде безпечним з точки зору охорони праці.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було розроблено комп'ютеризовану систему оцінювання рівня інсоляції приміщень. Ця система вимірює рівень інсоляції приміщення по п'яти сенсорах і надсилає ці дані на сервер для подальшого опрацювання. Крім того розроблена система має можливість збирати дані з інших подібних віддалених пристроїв за допомогою радіо модему Bluetooth.

Тестування схеми та коду на макеті розробленої комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень підтвердило її працездатність.

У першому розділі виконано аналіз технічного завдання, та укладено вимоги до комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень та проведено аналіз можливих рішень.

В другому розділі описується процес проектування та реалізації комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень. Проводиться розробка апаратного забезпечення для функціонування комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень. Описуються компоненти та їх функціональні можливості.

В третьому розділі виконано налаштування компонент, програмну реалізацію та тестування комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень.

Четвертий розділ описує питання безпеки життєдіяльності та основи охорони праці.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Що таке інсоляція? URL: <https://alternative-energy.com.ua/uk/shho-take-insolyacziya/> (дата звернення 23.05.2023).
2. Інсоляція житлового будинку з дерева/ URL: <https://dominant-wood.com.ua/ua/statti/660-insolyaciya-zhitlovogo-budinku-z-dereva>. (дата звернення 23.05.2023).
3. Бути на світлій стороні: інсоляція – чому це важливо/ URL: <https://nerukhomi.ua/ukr/news/buti-na-svitlij-storoni-insolyatsiya-chomu-tse-vazhливо.htm>. (дата звернення 23.05.2023).
4. Сучасні люксеметри — надійний контроль освітленості за будь-яких умов. URL: <https://simvolt.ua/suchasni-luksmetri-nadiyniy-kontrol-osvitlenosti-za-bud-yakikh-umov/>. (дата звернення 23.05.2023).
5. Adafruit TSL2591 High Dynamic Range Digital Light Sensor. URL: <https://www.adafruit.com/product/1980>. (дата звернення 23.05.2023).
6. Все про шину Arduino I2C. URL: <https://www.hwlibre.com/uk/i2c-arduino/> (дата звернення 23.05.2023).
7. Understanding UART. URL: https://www.rohde-schwarz.com/cac/products/test-and-measurement/essentials-test-equipment/digital-oscilloscopes/understanding-uart_254524.html#gallery-8 (дата звернення 23.05.2023).
8. Лещишин Ю.З., Романишин Н.Р., Наконечний В.В., Паламарчук А.О. Розробка системи зв'язку як інтегрованого елемента роботизованих систем. Проблеми створення, розвитку та застосування високотехнологічних систем спеціального призначення з урахуванням досвіду антитерористичної операції. Збірник тез доповідей XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, 2016. С. 102.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

9. Лецишин Ю.З., Назаревич Т.О., Міська І.В. Створення вбудованих систем на базі структурно - параметричних моделей цифрових каналів зв'язку. VIII Науково-технічна конференція «Інформаційні моделі, системи та технології». Тернопіль, 2020. С. 127.
10. Марків В.А., Осухівська Г.М., Лецишин Ю.З., Луцків А.М. Комп'ютерна система аутентифікації осіб. Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя. 2017. С. 90–91.
11. Leschyshyn Y., Scherbak L., Nazarevych O., Gotovych V., Tymkiv P., Shymchuk G. Multicomponent Model of the Heart Rate Variability Change-point. IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH). 2019. P. 110–113.
12. Tymkiv P., Leshchyshyn Y. Algorithm Reliability of Kalman Filter Coefficients Determination for Low-Intensity Electroretinosignal. IEEE 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM). 2019. P.1-5.
13. Leschyshyn Y., Semchyshyn O. Periodically correlated heart rate variability detection by Neyman - Pearson criterion. 9th International Conference - The Experience of Designing and Applications of CAD Systems in Microelectronics. 2007. P. 139–140.
14. Осухівська Г.М., Тиш Є.В., Луцик Н.С., Паламар А.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.
15. Серіков Я. О. Безпека життєдіяльності. Харків: ХНАМГ, 2005. 298 с.
16. Геврик Є.О. Охорона праці. К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.
17. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. К.: Каравела, 2007. 408 с.

					КС КРБ 123.351.00.00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А.
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

«Затверджую»

завідувач кафедри КС

_____ Осухівська Г.М.

" ____ " _____ 2023 р.

Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на __5__ листках

Вид робіт:

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студент групи СІс-41

_____ к.т.н., доц. Лецишин Ю.З.

_____ Зелінський В.Р.

« ____ » _____ 2023 р.

« ____ » _____ 2023 р.

Тернопіль 2023

1. Назва та підстава для виконання роботи.

1.1. Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень.

1.2. Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ) є Наказ по Університету (№ 4/7-237 від 28.02.2023 р.).

2. Виконавець.

2.1. Студент групи СІс-41 кафедри КС (СІс-21-351)

Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя
Зелінський Валентин Романович (Zelinskyy Valentyn Romanovych).

3. Мета роботи.

3.1. Метою роботи є розробити структуру та програмне забезпечення комп'ютеризованої системи оцінювання рівня інсоляції приміщень.

4. Склад виробу.

4.1. До складу вимірювача повинні входити:

- 1) сенсори освітлення;
- 2) модуль Wi-Fi;
- 3) модуль Bluetooth;
- 4) автономне джерело живлення;
- 5) мікроконтролер;
- 6) комплект документації.

5. Технічні вимоги.

5.1. Вимоги по призначенню.

5.1.1. Вбудована система повинна мати наступні параметри:

1) Діапазон вимірюваного освітлення, Лк°	0...100
2) Кількість напрямів вимірювання освітлення, шт.	5
3) Кількість давачів освітлення, шт.	5
4) Протоколи обміну даними	Wi-Fi та Bluetooth

5.1.2. Система повинна живитись напругою постійного струму, В

+5±10%

5.2. Вимоги до умов експлуатації:

5.2.1. По умовам експлуатації виріб повинен відповідати вимогам ГОСТ 15150 для УХЛ4.1

5.2.2. Температура експлуатації від 0 до +40°C

5.2.3. Відносна вологість до 100% при t=25°C

5.3. Конструктивні вимоги.

5.3.1. Конструювання корпусу приладу в КРБ не передбачено.

5.3.2. Для побудови системи мають бути використані сучасні компоненти з можливістю поверхневого монтажу друкованого вузла.

5.3.3. При побудові системи необхідно передбачити розміщення роз'ємів живлення і обміну даними.

5.3.4. Габаритні розміри при макетуванні, мм, не більше:

довжина	200
ширина	200
висота	200

5.3.5. Маса макету, кг, не більше 0,5

5.3.6. Конструкція макету повинна забезпечувати доступ до всіх комплектуючих виробів при тестуванні.

5.4. Вимоги до надійності.

5.4.1. Система повинна відповідати вимогам ДСТУ 2862-94.

5.4.2. Наробка на відмову, не менше 7000 год.

5.5. Вимоги метрології.

5.5.1. Вимірювання параметрів системи при моделюванні повинно виконуватись на універсальних вимірювальних приладах.

6. Економічні показники.

6.1. Собівартість системи повинна бути не більше 10000 грн.

7. Вимоги до документації.

7.1. Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД, ДСТУ та ГОСТ.

7.2. До складу документації повинно входити:

- 1) ПЗ
- 2) Структурна схема Е1
- 3) Електрична схема Е3
- 4) Схема з'єднань Е4
- 5) Блок схема алгоритму роботи

8. Стадії та етапи розробки КРБ

8.1 Стадії та етапи виконання КРБ наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

№	Назва етапу	Строк виконання	
		початок	кінець
1	Технічне завдання	—	до 26.03.23
2	Розділ 1 Аналіз технічного завдання	26.03.23	10.06.23
3	Розділ 2 Проектна частина	28.03.23	10.05.23
4	Розділ 3 Практична частина	02.04.23	13.04.23
5	Розділ 4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	16.04.23	27.04.23
6	Нормоконтроль	21.05.23	11.06.23
7	Попередній захист	10.06.23	18.06.23
8	Захист	з 15.06.23	—

9. В дане ТЗ можуть вноситись зміни по узгодженню сторін.

ДОДАТОК Б
Переліки елементів

Позн.	Найменування	К-сть	Примітка
Bat1	Батарея Murata (Sony) VTC6 3000 mAh	1	
C1-C14	Конденсатори 10uF-10V Murata El.	14	
D1-D3	Світлодіоди NSPG320BS	3	
J1	Роз'єм 25630301RP2	1	
L1	Дросель 1812-154K	1	
Q1-Q5	Транзистори BSS138DW	5	
		4	
	Резистори		
R1-R20, R22-R26	10k Murata El.	25	
R21	1k Murata El.	1	
	Мікросхеми		
U1-U4,U9	TSL25911FN	5	
U5-U8,U11	MIC5225-3	5	
U10	ATMEGA328P	1	
U12	ESP-01	1	
U13	BGX220P22HNA21R	1	
U14	IP2312	1	

					<i>КС КРБ 123.351.00.00 ПЕ</i>			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Велінський В.Р.			Комп'ютеризована система оцінювання рівня інсоляції приміщень Перелік елементів	Лім	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Тецишин Ю.З.				н		1
Рецензент						ТНТУ СІс-41 м. Тернопіль		
Н. контр.								
Зав. каф.		Осухівська Г.						

ДОДАТОК В

Код програми

```
# Configuration entry
i2c:
sensor:
  - platform: tsl2591
    name: "This little light of mine"
    id: "my_tsl2591"
    address: 0x29
    update_interval: 60s
    gain: auto
    device_factor: 53
    glass_attenuation_factor: 14.4
    visible:
      name: "TSL2591 visible light"
    infrared:
      name: "TSL2591 infrared light"
    full_spectrum:
      name: "TSL2591 full spectrum light"
    calculated_lux:
      id: i_lux
      name: "TSL2591 Lux"
    actual_gain:
      id: "actual_gain"
      name: "TSL2591 actual gain"
  }

#include "Wire.h"

extern "C" {
  #include "utility/twi.h"
}
```



```

void scanI2CBus(byte from_addr, byte to_addr, void(*callback)(byte
address, byte result) )
{
    byte rc;
    byte data = 0;
    for( byte addr = from_addr; addr <= to_addr; addr++ ) {
        rc = twi_writeTo(addr, &data, 0, 1, 0);
        callback( addr, rc );
    }
}

void scanFunc( byte addr, byte result ) {
    Serial.print("addr: ");
    Serial.print(addr,DEC);
    Serial.print( (result==0) ? " Encontrado!":" ");
    Serial.print( (addr%4) ? "\t":"\n");
}

const byte start_address = 8;
const byte end_address = 119;

void setup()
{
    Wire.begin();

    Serial.begin(9600);
    Serial.print("Escaneando bus I2C...");
    scanI2CBus( start_address, end_address, scanFunc );
    Serial.println("\nTerminado");
}

```

```
void loop()
{
    delay(1000);
}

#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial BTSerial(10, 11);    // RX | TX

void setup()
{

    pinMode(9, OUTPUT);
    digitalWrite(9, HIGH);
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Enter AT commands:");
    BTSerial.begin(38400); // HC-05 default speed in AT command
mode
}

void loop()
{
    // Read from HC05 and send to Arduino
    if (BTSerial.available())
        Serial.write(BTSerial.read());

    // Read from serial monitor and send to HC05
    if (Serial.available())
        BTSerial.write(Serial.read());
}
```

```

#include "Arduino.h"
#include "EspMQTTClient.h" /*
https://github.com/plapointe6/EspMQTTClient */
/*
https://github.com/knolleary/pubsubclient */
#define PUB_DELAY (5 * 1000) /* 5 seconds */
EspMQTTClient client(
  "<wifi-ssid>",
  "<wifi-password>",

  "dev.rightech.io",
  "<ric-mqtt-client-id>"
);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void onConnectionEstablished() {
  client.subscribe("base/relay/led1", [] (const String &payload)
  {
    Serial.println(payload);
  });
}

long last = 0;
void publishTemperature() {
  long now = millis();
  if (client.isConnected() && (now - last > PUB_DELAY)) {
    client.publish("base/state/temperature", String(random(20,
30)));
    client.publish("base/state/humidity", String(random(40, 90)));
    last = now;
  }
}

```

```
void loop() {  
  client.loop();  
  publishTemperature();  
}
```