

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

Бакалавр

Освітній рівень

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва спеціальності

на тему Автономна IoT - система підтримки функціонування басейнів

КПТР.210180.01.11 ПЗ

Виконав:

студент 4 курсу, група TP2-21-1


підпис

В.О.Пасічник

Ініціали, прізвище

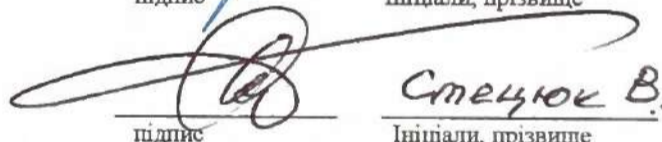
Керівник: канд. техн. наук, доц.


підпис

В.В.Мішан

Ініціали, прізвище

Нормоконтроль


підпис

Стецюк В.

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри: д-р техн. наук, проф.


підпис

С.К.Підченко

Ініціали, прізвище

16 06 2025 р.

Хмельницький, 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікації, медійних та інтелектуальних технологій

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Шифр і назва

Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва

Освітня програма «Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. Кафедрою ТМІТ

Підпис, дата

10.02.25р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ**

Пасічнику Владиславу Олеговичу

(Прізвище, ім'я, по батькові студента)

1 Тема проекту: Автономна IoT - система підтримки функціонування басейнів.

керівник проекту Мішан Віктор Володимирович, к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від «7» лютого 2025р. № 20.

2 Строк подання здобувачем проекту на кафедру: 02.06.2025р.

3 Вихідні дані до проекту Ескіз схеми електричної принципової

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
1. Огляд літературних джерел. 2. Вибір і техніко-економічне обґрунтування структури IoT - системи керування басейном. 3. Розробка і розрахунок блоків принципової схеми IoT - системи керування басейном. 4. Розробка алгоритму роботи і програмного забезпечення IoT - система керування басейном

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

1.Схема електрична структурна. 2.Схема електрична принципова.

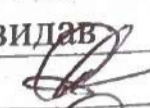

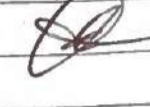

3.Алгоритм.

Завдання отримав

Науковий керівник



6 Консультанти розділів кваліфікаційного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтр.	Стецюк Віктор Іванович		
Антиплаг.	Стецюк Віктор Іванович		

7 Дата видачі завдання 10.02.25р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування виду роботи	Форма звітності, термін виконання	Відмітка наукового керівника
1	Вибір та затвердження теми	Січень	Виконано
2	Розробка завдання	Січень	Виконано
3	Складання графіку	Січень	Виконано
4	Огляд літературних джерел	Січень-лютий	Виконано
5	Вибір та техніко-економічне обґрунтування структурної схеми пристрою	Лютий-березень	Виконано
6	Розробка принципової схеми	Березень-квітень	Виконано
7	Розробка алгоритму	Березень-квітень	Виконано
8	Розробка програми	Березень-квітень	Виконано
9	Розробка текстової частини	Травень	Виконано
10	Розробка графічної частини	Травень	Виконано
11	Остаточне коригування	Травень	Виконано
12	Нормоконтроль	Червень	Виконано
13	Підготовка до захисту	Червень	Виконано
	Захист	Червень	

Студент

 Ваєшник В.О.
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

 Місичак В.В.
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційного проекту:

«Автономна IoT - система підтримки функціонування басейнів»

Автор роботи: Пасічник Владислав Олегович.

Керівник роботи: канд.техн.наук, доц. Мішан Віктор Володимирович.

Пояснювальна записка: 64 сторінки, 25 рисунків, 26 джерел, 4 додатки.

Графічна частина: 3 креслення, 10 презентаційних слайдів.

Ключові слова: інтернет речей, Blynk IoT, Arduino.

Мета кваліфікаційного проекту є розробка структури та програмного забезпечення для IoT – системи керування басейном.

Розроблена електронна система керування басейном базується на технології інтернет речей. Завдяки використанню даної технології є можливість бездротового доступу до керування басейном.

Особливістю використання технології інтернет речей є можливість доступу до органів керування та сенсорів системи басейну. Це дозволило автоматизувати керування, оскільки інтерфейс доступний через додаток BLYNK IoT, що розташований на смартфоні.

09.06.2025 р.



ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

IoT – інтернет речей

МК – мікроконтролер

Wi-Fi – Wireless Fidelity

API - Application Programming Interface

LAN - Local area network

LPWAN – Low Power Wide Area Network

LoRaWAN – Long Range Wide Area Network

NB-IoT - Narrow Band Internet of Things

IP – Internet Protocol

MQTT – Message Queuing Telemetry Transport

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк.	№ екз.	Примітка
			<u>Документація загальна</u>			
1	A4		Завдання на дипломний проект	1	1	
2	A4		Анотація	1	1	Укр.
3	A4	КПТР.210180.01.11 ПЗ	Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів			
			Пояснювальна записка	1	1	64 арк.
4	A4	КПТР.210180.01.11 ПЕ	Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів			
			Перелік елементів	1	1	2 арк.
			<u>Документація графічна</u>			
5	A4	КПТР.210180.01.11 Е1	Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів			
			Схема електрична структурна	1	1	1 арк.
6	A4	КПТР.210180.01.11 Е3	Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів			
			Схема електрична принципова	1	1	1 арк.
7	A4	КПТР.210180.01.11 СА	Алгоритм Автономної IoT – системи підтримки функціонування басейнів	1	1	1 арк.

КПТР.210180.01.11 ВП

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Пасічник В. О.		13.06.25			
Перевір.		Мішан В. В.		10.05.25	н	1	1
Н.контр.		Стецюк В. І.		17.06.25	ХНУ, гр. ТР2-21-1		
Затв.		Підченко С. К.		16.06.25			

Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів

Відомість дипломного проекту

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
1 АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СТРУКТУРИ З ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ТОЧКИ ЗОРУ	4
1.1 Функціональні можливості цифрового управління басейном ...	4
1.2 Дослідження актуальних проблем і викликів у системі обслуговування басейну	7
1.3 Платформа для зв'язку і розробка структурної схеми.....	10
1.4 Пристрої виведення.....	17
1.5 Пристрої введення	19
1.6 Аналіз сучасних автономних систем підтримки життєдіяльності басейну	23
2 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	28
2.1 Особливості впровадження Blynk IoT у проєкти.....	28
2.2 Аналоги Blynk IoT	32
2.3 Розробка алгоритму та інтерфейсу	35
2.4 Розробка програмного забезпечення для обробки даних від сенсорів	39
3 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМ	53
3.1 Розробка функціональної схеми, опис її роботи та зв'язок між компонентами системи.....	53
3.2 Розробка електричної принципової схеми	55
3.3 Розрахунки підключення пристроїв.....	57
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	62

КПТР.210180.01.11 ПЗ									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів	
		Пасічник В. О.		13.06.23				1	64
		Мішан В. В.		13.06.23					
		Рітецькос В.		14.06.23					
		Гіргезєва С.		16.06.23					
						ФІТ, ХНУ			

ВСТУП

У сучасному світі технологія Інтернету речей (IoT) стрімко змінює уявлення про взаємодію людини з навколишнім середовищем. Її основна ідея полягає в тому, щоб з'єднати різноманітні пристрої в єдину мережу, де вони можуть автоматично обмінюватися даними та виконувати дії без прямого втручання людини. Завдяки цьому звичайні об'єкти стають «розумними», що відкриває нові горизонти для підвищення ефективності та автоматизації у повсякденному житті та промисловості.

На сьогодні IoT вже активно використовується в численних сферах — від виробничих ліній та енергетичних систем до медицини, транспорту та побутових пристроїв. Ця технологія є одним із ключових рушіїв цифрової трансформації, створюючи основу для інтеграції фізичного світу з цифровими сервісами. Особливо помітний її вплив у промисловості, де інтелектуальні рішення дозволяють автоматизувати процеси, знижувати витрати та підвищувати продуктивність.

У промисловому середовищі IoT виконує роль потужного інструменту для збору даних у реальному часі, аналітики та прийняття обґрунтованих рішень. Це дає змогу гнучко реагувати на зміни в умовах експлуатації та підтримувати високий рівень якості й безпеки. Все це сприяє побудові гнучких та адаптивних систем управління, які здатні самостійно оптимізувати свою роботу відповідно до змінних умов.

Водночас інтеграція Інтернету речей в інженерні системи й інфраструктурні об'єкти відкриває нові можливості для автоматизації управління, моніторингу та оптимізації процесів. Йдеться, зокрема, про застосування IoT у таких системах, як «розумні» будинки, теплиці, водоочисні станції та басейни. Впровадження IoT у сферу керування водними об'єктами дозволяє автоматично регулювати параметри

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

середовища — температуру води, рівень дезінфекції, освітлення тощо — залежно від поточних умов та заданих сценаріїв роботи.

Пристрої, підключені до IoT-інфраструктури, можуть взаємодіяти між собою та з центральними системами керування, забезпечуючи гнучкий підхід до підтримання стабільної та безпечної роботи обладнання. Це не лише зменшує потребу у постійному контролі з боку людини, а й дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни чи несправності, запобігаючи критичним ситуаціям.

Додатково використання хмарних сервісів та мобільних застосунків у поєднанні з IoT дає змогу здійснювати віддалений контроль за станом систем у режимі реального часу, отримувати сповіщення про критичні події та оперативно вносити корективи в їхню роботу. Це надзвичайно важливо для об'єктів, які потребують постійного контролю, проте не передбачають постійної присутності обслуговуючого персоналу.

Застосування IoT-рішень у таких сферах приносить не лише зручність і підвищення якості обслуговування, а й суттєві економічні переваги: зменшення енергоспоживання, мінімізація аварійних ситуацій, зниження витрат на обслуговування та оптимізація експлуатаційних процесів завдяки аналізу накопичених даних. Крім того, такі системи сприяють зростанню комфорту для кінцевого користувача та підвищують рівень безпеки експлуатації.

Отже, Інтернет речей є перспективною технологією для створення інтелектуальних систем управління життєвими процесами. Зокрема, її впровадження у сфері автоматизації водних об'єктів, як-от басейни, забезпечує новий рівень комфорту, безпеки та енергоефективності для користувачів. Подальший розвиток IoT-рішень у цій галузі відкриває перспективи для більш глибокої інтеграції інтелектуальних технологій у повсякденне життя та сприятиме зростанню загального рівня автоматизації побутових та інженерних систем.

					<i>КПТР.210180.01.11 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

1 АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СТРУКТУРИ З ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ТОЧКИ ЗОРУ

1.1 Функціональні можливості цифрового управління басейном

Цифрове управління басейном забезпечує широкі функціональні можливості, спрямовані на автоматизацію обслуговування, підвищення енергоефективності та створення комфортних умов для користувачів. Застосування цифрових технологій дозволяє здійснювати точний моніторинг і регулювання основних параметрів водного середовища, а також керувати технічними системами басейну в реальному часі [5].

Воно реалізується через програмовані контролери, сенсори та мобільні застосунки [1], які забезпечують точне налаштування та моніторинг усіх процесів.

Температурні сенсори (DS18B20 або аналогічні) з високою точністю вимірюють поточні показники [20], після чого мікроконтролер [19] подає сигнал на виконавчий пристрій — електричний нагрівач або теплообмінник. За допомогою програмного алгоритму [8] реалізується підтримка заданої температури з урахуванням інерційності системи.

Встановлюються спеціалізовані електроди (наприклад, рН-метри та сенсори окисно-відновного потенціалу) [18], які передають дані на контролер. При виявленні відхилень система активує перистальтичні насоси для дозування реагентів. Це дозволяє уникати ручного втручання та стабілізувати параметри води в допустимих межах.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Пасічник В. О.		13.06.25			4	64
Перевір.		Мішан В. В.		13.06.25				
Реценз.								
Н. Контр.		Стецюк В.		17.06.25				
Затверд.		Підгурсько С.		17.06.25			ФІТ, ХНУ	

Робота насоса фільтраційного контуру реалізується відповідно до попередньо заданого таймера [5]. Крім цього, можливе використання сенсорів тиску або мутності для автоматичної активації фільтрації у разі погіршення якості води [16]. Алгоритми з адаптивною логікою враховують інтенсивність використання басейну [10].



Рисунок 1.1- Приклад фільтраційного насосу

За допомогою реле або драйверів (наприклад, MOSFET-модулів) здійснюється керування LED-підсвіткою, гейзерами, протитечіями [27, 1]. Управління можливе як вручну через мобільний застосунок, так і автоматично — за сценаріями, реалізованими в програмному кодї контролера [4].

Передача даних здійснюється через Wi-Fi або GSM-модуль із використанням платформи Blynk, MQTT або альтернативних протоколів

[24, 6]. Користувач має змогу в реальному часі переглядати значення температури, рН, статус насосів і рівень реагентів, а також отримувати повідомлення про критичні ситуації [20, 23].

Впроваджено алгоритми самодіагностики: виявлення зниженого рівня води, відсутності потоку, збоїв у дозуванні [10, 11]. У разі порушення роботи генерується повідомлення, а критичні вузли (нагрівач, насоси) автоматично вимикаються для запобігання аваріям [3]

Енергоспоживання та оптимізація роботи. Цифрове управління дозволяє реалізувати адаптивні режими роботи обладнання з урахуванням тарифів електроенергії (наприклад, активування фільтрації в нічний період) [14, 15]. Також можливе використання алгоритмів прогнозування на основі зібраних даних для зниження споживання енергоресурсів [12].

Інтелектуальне управління фільтраційними та циркуляційними системами забезпечує ефективну очистку води, зменшуючи потребу в ручному втручанні. Усі ці процеси можуть відбуватися згідно з попередньо заданим розкладом або в автоматичному режимі залежно від показників сенсорів [16]. Окрему увагу варто приділити можливості дистанційного керування — за допомогою мобільного додатка або веб-інтерфейсу користувач може змінювати налаштування, стежити за параметрами роботи басейну та отримувати сповіщення про відхилення чи несправності [25].

Також цифрова система може зберігати історію параметрів для подальшого аналізу та оптимізації роботи обладнання [8]. Інтеграція з іншими компонентами систем «розумного дому» відкриває нові можливості для централізованого управління всіма інженерними мережами об'єкта, що робить експлуатацію басейну ще більш зручною, безпечною та економічно вигідною [5].

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Дослідження актуальних проблем і викликів у системі обслуговування басейну

Ефективне управління басейном вимагає постійного моніторингу та підтримки низки параметрів, від яких залежить якість води, комфорт користувачів і енергоспоживання [3]. Відсутність автоматизованих засобів контролю може призвести до зниження санітарного рівня, перевитрат ресурсів та зниження експлуатаційної безпеки [16].

Нижче розглянуто ключові проблеми та виклики, які постають перед обслуговуванням басейну. Однією з основних проблем є контроль якості води. У зв'язку з цим актуальним викликом стає розробка автономних систем з використанням сенсорів, здатних в реальному часі відстежувати параметри води й автоматично регулювати їх за допомогою підключених дозуючих пристроїв [23].

Ще однією серйозною проблемою є надмірне споживання енергії. Насоси, системи фільтрації, підігрів води, вентиляція та освітлення — усе це потребує значних витрат електроенергії [14]. Особливо енергоємною є система вентиляції, яка у басейнових комплексах виконує критично важливу функцію — забезпечує належний повітрообмін, видаляє надлишкову вологу та підтримує комфортний мікроклімат [15, 16]. Якщо вентиляція у вологому середовищі басейну не працює належним чином, накопичений конденсат стає причиною корозії, руйнування обробки та виникнення сприятливих умов для розвитку цвілі [22].

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

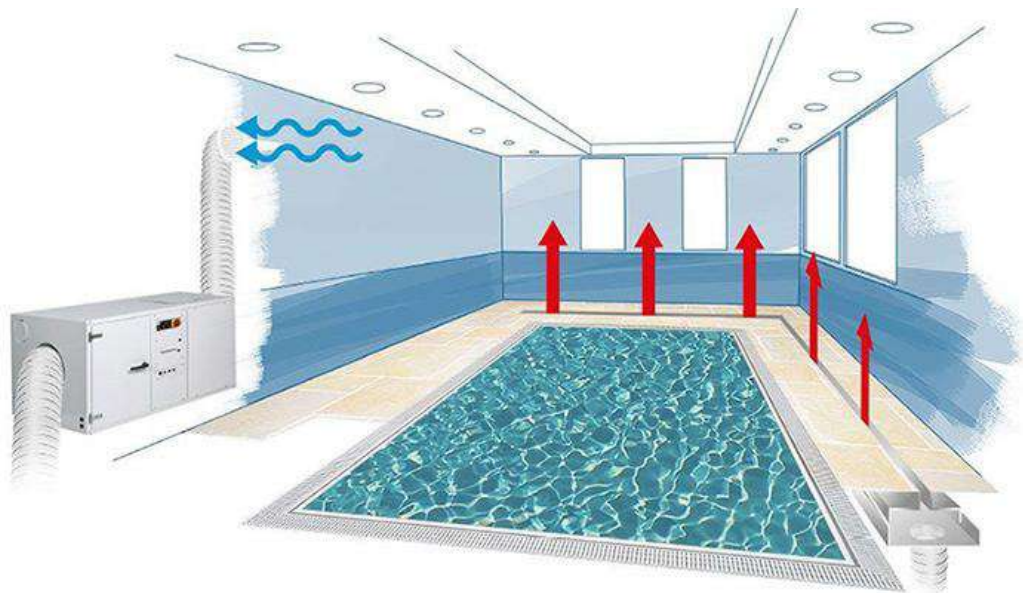


Рисунок 1.1- Принцип дії системи вентиляції в басейні

Вентиляційні системи часто працюють у постійному режимі, особливо у критих басейнах, що призводить до значних теплових втрат через викид теплого вологого повітря та потребу в підігріві свіжого [15, 16]. У разі відсутності системи рекуперації (інженерні рішення, які дозволяють повертати частину енергії з витяжного повітря або стічних вод для повторного використання, що також дозволяє економити енергію на обігрів повітря) теплова енергія просто втрачається, знижуючи загальну ефективність об'єкта [14].

Тому впровадження енергоощадних технологій у сфері вентиляції є пріоритетним завданням. Доцільним є використання рекуператорів тепла, які дозволяють повертати частину енергії витяжного повітря для нагріву припливного [15]. Крім того, слід застосовувати інтелектуальні системи керування, що здатні адаптивно змінювати режими вентиляції залежно від вологості, температури повітря та кількості людей у приміщенні [6, 8].

Автоматизація та дистанційне керування також є одним із ключових викликів. Багато сучасних басейнів, особливо приватні, досі не обладнані повноцінними системами автоматичного управління [4, 5]. Це ускладнює обслуговування, вимагає постійної присутності людини й

						КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
							8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

підвищує ризик людської помилки. Водночас розвиток технологій IoT (Інтернет речей) відкриває широкі можливості для створення доступних систем на базі мікроконтролерів, наприклад ESP32 або Raspberry Pi [19, 18]. Такі рішення дозволяють здійснювати контроль через смартфон або веб-інтерфейс, віддалено вмикати/вимикати обладнання, отримувати сповіщення про несправності чи небезпечні відхилення параметрів [24, 25].

Безпека користувачів басейну також залишається пріоритетною проблемою. Особливо це стосується дітей або людей з обмеженими можливостями [16, 10]. Неналежний контроль за перебуванням у воді, відсутність оповіщення про утоплення чи непритомність можуть мати фатальні наслідки. Відповіддю на ці виклики є впровадження систем відеоспостереження, датчиків руху, тривожних сигналів, а також функцій автоматичного перекриття доступу до води [23]. Не менш значущим є питання технічного обслуговування. Часте чищення фільтрів, злив і заміна води, перевірка обладнання та проведення профілактики потребують чималих ресурсів і наявності кваліфікованого персоналу. У зв'язку з цим зростає інтерес до створення автономних пристроїв для очищення, таких як роботизовані пілососи, системи самодіагностики та сповіщення про несправності, які можуть істотно знизити експлуатаційні витрати.

Окремої уваги заслуговує екологічний аспект. Традиційне хлорування води, зливи води з залишками хімікатів у навколишнє середовище, надмірне споживання води — усе це негативно впливає на довкілля [16]. Тому важливим викликом є впровадження екологічно чистих методів знезараження, таких як електроліз, озонування, ультрафіолетове очищення, а також повторне використання води після фільтрації й дотримання екологічних норм [14].

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, системи обслуговування басейнів перебувають на перехресті сучасних технологій, зростаючих очікувань споживачів та екологічної відповідальності [4]. Рішення цих проблем потребує комплексного підходу з використанням інноваційних технологій, автоматизації, розумних сенсорів та інженерних рішень, спрямованих на забезпечення ефективної, безпечної та екологічної експлуатації водних об'єктів [12].

1.3 Платформа для зв'язку і розробка структурної схеми

Зростаючий інтерес до технологій Інтернету речей (IoT) призвів до появи численних платформ для підключення та керування різними IoT-пристроями [5]. При виборі оптимального рішення необхідно враховувати низку важливих аспектів, які визначають ефективність використання платформи в конкретному проєкті. Серед ключових критеріїв варто відзначити наступні:

— Існує безліч протоколів для передачі даних у середовищі IoT — Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN, NB-IoT тощо — кожен із яких має свої переваги та обмеження щодо зони покриття, швидкості обміну інформацією та споживання енергії [16, 17]. Вибір платформи слід здійснювати з урахуванням того, які протоколи підтримують наявні пристрої та які вимоги висуваються до їхнього розміщення та автономності. Наприклад, у міському середовищі доречними будуть протоколи з високою пропускну здатністю, а для віддалених об'єктів — рішення з низьким енергоспоживанням і великим радіусом дії, такі як LoRaWAN або NB-IoT [14].

— Платформа повинна надійно працювати з великою кількістю IoT-пристроїв, забезпечуючи безперервний моніторинг, обробку інформації та керування в режимі реального часу [8]. Важливо також переконатися,

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

що обране рішення здатне справлятися з піковими навантаженнями та гарантує стабільну роботу навіть за значного зростання кількості підключень.

— В умовах широкого розповсюдження IoT-технологій питання безпеки набувають критичного значення [12]. Платформа має впроваджувати сучасні методи захисту — шифрування переданих даних, багаторівневу аутентифікацію, контроль доступу та своєчасне оновлення протоколів безпеки. Додатково важливою є можливість виявлення та запобігання кібератакам у реальному часі [16].

— Ефективна платформа має забезпечувати просту інтеграцію з існуючими корпоративними системами, хмарними сервісами, базами даних та аналітичними інструментами [5]. Гнучкість у додаванні нових функцій і підтримка підключення зовнішніх сервісів дозволяють легко адаптувати платформу до змін бізнес-потреб. Це також полегшує процес модернізації системи без потреби повного оновлення інфраструктури.

— Фінансова складова також відіграє важливу роль при виборі IoT-платформи. Слід проаналізувати всі пов'язані витрати — ліцензування, впровадження, технічну підтримку, навчання персоналу, а також майбутні оновлення [18]. Не менш важливо оцінити рівень доступності та якість технічної підтримки від виробника платформи. Значною перевагою є також наявність активної спільноти розробників та регулярних оновлень, що сприяє довготривалій ефективності та розвитку платформи [25].

Вибір платформи IoT має базуватися на комплексному аналізі всіх цих факторів, щоб забезпечити стабільну, безпечну та ефективну роботу пристроїв і сервісів.

Зважаючи на ці аспекти, серед найпопулярніших платформ для зв'язку в контексті IoT можна виділити AWS IoT, Microsoft Azure IoT, Google Cloud IoT, IBM Watson IoT та ThingsBoard [5, 6]. Кожна з них

					<i>КПТР.210180.01.11 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

пропонує унікальні можливості, такі як інтеграція з іншими хмарними сервісами, висока масштабованість, потужні інструменти аналітики та забезпечення безпеки, що дозволяє адаптувати їх до різних сценаріїв застосування IoT [12].

Вибір платформи є критичним етапом у розробці та впровадженні проектів Інтернету речей. Важливо провести детальний аналіз вимог, визначивши ключові функції, які повинна виконувати платформа, а також оцінити її відповідність потребам безпеки, масштабування та інтеграції з існуючими системами [4].

Додатково слід врахувати довгострокову перспективу: технології IoT стрімко розвиваються, і вибрана платформа має забезпечувати гнучкість для адаптації до майбутніх змін та розширення функціональності. Зокрема, можливість підтримки нових протоколів, інтеграція з інноваційними сервісами та надання оновлень є вагомими перевагами.

При створенні IoT-рішень одним із головних завдань є вибір апаратних засобів, які забезпечують стабільний зв'язок між пристроями. Надійна передача даних є основою функціонування IoT-екосистеми, оскільки вона дозволяє підтримувати безперервний обмін інформацією, здійснювати моніторинг, управління системами та аналіз отриманих даних для прийняття оптимальних рішень.

Апаратні платформи, які використовуються для зв'язку в IoT-системах, різняться залежно від сценарію використання та вимог до енергоефективності, швидкості передачі даних і радіусу дії. Найпоширенішими серед них є мережі мобільного зв'язку, Wi-Fi, Bluetooth і технології з низьким енергоспоживанням (LPWAN) [5].

Мобільні мережі (2G, 3G, 4G і найсучасніший 5G) забезпечують широке покриття та високу швидкість передачі даних, що робить їх ідеальними для міських середовищ і великих промислових застосувань.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Особливо 5G пропонує значно меншу затримку, підтримку великої кількості пристроїв і високу пропускну здатність, що відкриває нові горизонти для IoT у сфері автономного транспорту, «розумних» міст і промислового автоматизованого виробництва. Однак значне енергоспоживання обмежує їх використання в пристроях з автономним живленням.

Wi-Fi залишається однією з найпоширеніших апаратних платформ для IoT. Ця технологія забезпечує високу швидкість передачі даних і добре підходить для застосування у середовищах, де потрібна висока швидкість передачі даних на обмеженій відстані, наприклад, у «розумних» будинках, офісах чи закритих промислових зонах [18, 19]. Проте Wi-Fi має обмежений радіус дії та вимагає більшого енергоспоживання порівняно з деякими іншими протоколами, що може стати недоліком для пристроїв з автономним живленням.

Bluetooth, особливо в його енергоефективних варіантах (BLE – Bluetooth Low Energy), навпаки, є енергоефективним рішенням, яке часто використовується для підключення IoT-пристроїв у невеликих масштабах. Ця технологія особливо популярна в особистих пристроях, таких як смартфони, навушники, фітнес-браслети та різні сенсори [12, 17]. Її основні обмеження — невелика дальність передачі даних і нижча швидкість порівняно з іншими протоколами.

LPWAN (Low Power Wide Area Network) — це спеціалізований стандарт зв'язку, створений для пристроїв IoT з низьким енергоспоживанням. Він забезпечує передачу даних на великі відстані, зберігаючи при цьому мінімальне використання енергії. До найбільш популярних технологій LPWAN належать LoRaWAN, NB-IoT і Sigfox [5, 13]. Завдяки своїй дальності й енергоефективності цей тип зв'язку використовується у пристроях, які мають працювати автономно протягом тривалого часу, тому ідеально підходить для сільськогосподарських

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

застосувань, моніторингу віддалених об'єктів і роботи в регіонах з обмеженим доступом до електроенергії.

Під час вибору апаратної платформи для зв'язку в IoT-системі важливо враховувати специфічні вимоги до проєкту. Якщо основний акцент робиться на високій швидкості передачі даних і широкому покритті, найкращим рішенням можуть бути мережі мобільного зв'язку (наприклад, 4G або 5G) або Wi-Fi [4, 14]. Ці технології забезпечують надійний зв'язок і швидке передавання великих обсягів інформації, що особливо важливо в міських умовах чи для промислових систем із високими вимогами до продуктивності. Якщо ж основними критеріями є низьке енергоспоживання та великий радіус дії, платформи на базі LPWAN (Low Power Wide Area Network) стануть оптимальним вибором [13].

Для IoT-систем керування басейном було обрано апаратну платформу ESP32 Lolin Lite (рис. 2.1), яка базується на 32-розрядному процесорі серії Cortex-M4 — ESP32-D0WDQ6 виробництва компанії Espressif [9, 12]. Ця платформа відзначається високою продуктивністю та функціональністю, зокрема завдяки вбудованій підтримці Wi-Fi і Bluetooth. Це дозволяє не лише інтегрувати її в IoT-систему для передачі даних у режимі реального часу, але й забезпечує можливість підключення до мобільних пристроїв і хмарних сервісів для моніторингу й управління.

ESP32 також вирізняється низьким енергоспоживанням, що робить її ідеальним вибором для автономної роботи в умовах обмеженого енергопостачання. Завдяки багатофункціональним модулям та підтримці різноманітних протоколів зв'язку, ця платформа може забезпечити високу стабільність роботи системи, включаючи автоматизацію контролю температури, якості води та роботи насосів.

					<i>КПТР.210180.01.11 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

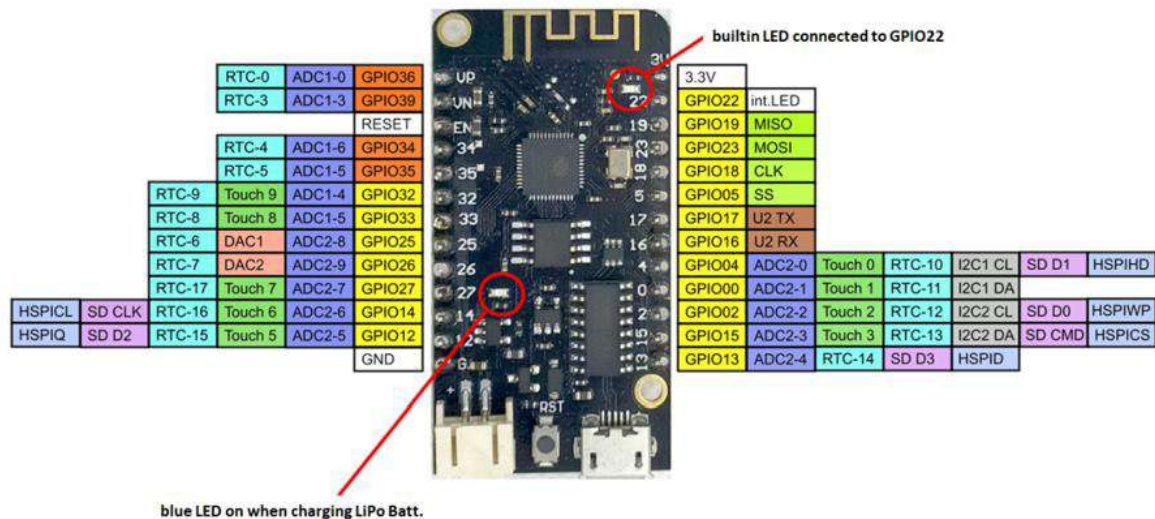


Рисунок 1.2- ESP32 DevKit

Плата розробки ESP32 Lolin32 Lite - це універсальний інструмент для розробників, яка дозволяє створювати інноваційні проекти. Вона створена як потужне, але компактне рішення для інтеграції бездротового підключення у різноманітні проекти. Завдяки підтримці як Wi-Fi, так і Bluetooth ESP32 здатний підключатися до широкого спектру пристроїв і мереж.

Сумісність плати з середовищами Arduino IDE і MicroPython означає, що її можна легко інтегрувати в існуючі проекти або використовувати як окремий пристрій. Розмір і вага плати оптимізовані для портативності, що робить її ідеальною для мобільних проектів або вбудованих систем.

Модуль LOLIN32 Lite (SiLabs CP2104) поєднує WiFi, Bluetooth (BLE) з перетворювачем живлення і зарядним пристроєм для літієвої батареї (LiPo), з максимальним струмом зарядки 500 mA.

Призначений для широкого спектра застосувань, як хобі-проектів, так і промислового застосування — від мікропотужних мережевих датчиків, елементів автоматизації та розумного будинку до кодування голосу, потокового передавання музики, MP3 кодування та інших.

Розміри: 50 мм x 26 мм x 7 мм.

Характеристики ESP32:

- Двоядерний 32-бітний процесор Tensilica Xtensa LX6;
- Модуль: ESP-WROOM-32 Dual Core, WiFi 802.11n, Bluetooth;
- Тактова частота – 160 або 240 MHz;
- Пам'ять: 4MB Flash, 520 Кб SRAM;
- Максимальний струм споживання 260 mA;
- Стандарти бездротового зв'язку – Wi-Fi: 802.11 b/g/N, Bluetooth: v4.2 BR/EDR and BLE;
- Стандарт IEEE 802.11 з підтримкою WPA, WPA/WPA2 і WAPI;
- Можливість безпечного завантаження;
- Шифрування флеш-диска;
- UART-USB конвертер: SiLabs CP2104.

Структурна схема проекту представлена на рис.1.3.

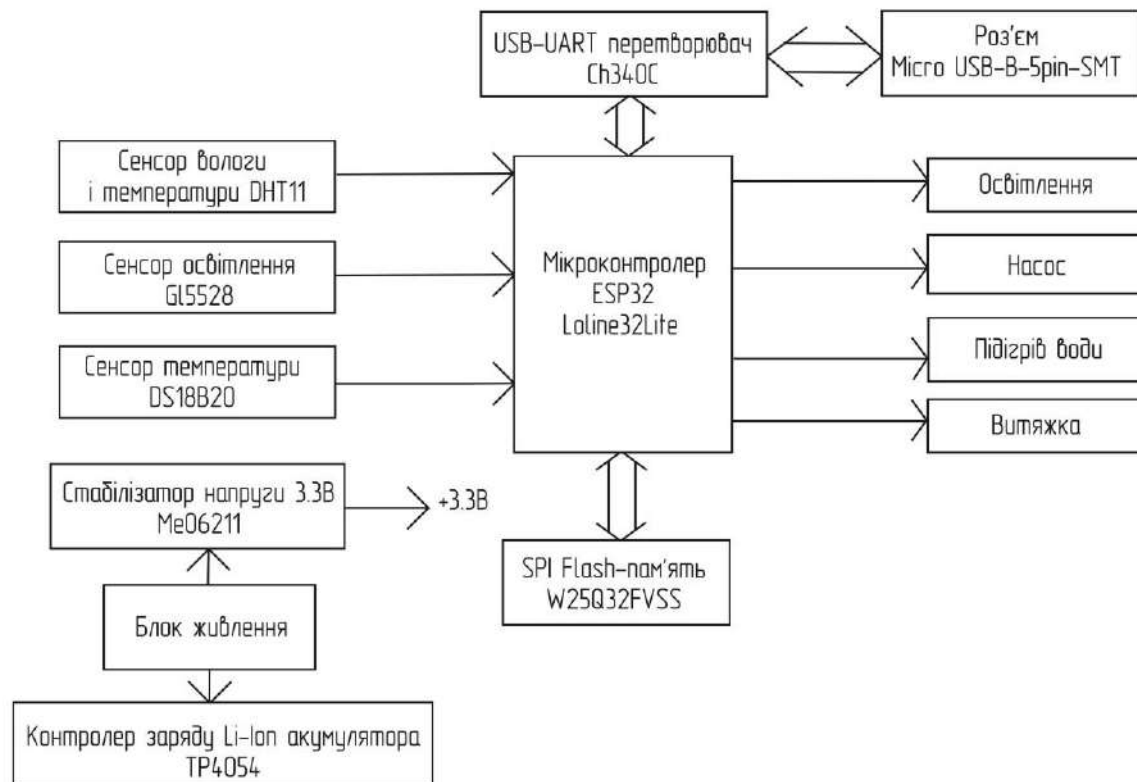


Рисунок 1.3 - Структурна схема

Інформацію з сенсорів вологи і температури, освітлення, модуль ESP32 передає до хмарного середовища Blynk IoT. Після чого дані цих сенсорів можна побачити через інтерфейс користувача в додатку Blynk IoT, який розміщується на смартфоні. Керування певними виконавчими механізмами може відбуватись як вручну, так і автоматично. Зокрема, якщо температура навколишнього середовища маленька, то буде ввімкнено підігрів води. Живлення схеми відбувається від стандартного блоку живлення 5В. При цьому від напруги 5В живиться блок керування насосом, вентилятором, освітленням і підігрівом води. Решта вузлів схеми живиться від напруги 3.3В.

1.4 Пристрої виведення

Згідно з наведеною структурною схемою (рис. 1.3), склад пристроїв виведення включає:

- Освітлення;
- Насос;
- Підігрів води;
- Витяжка.

5В одноканальний модуль реле вирізняється малим енергоспоживанням (15–20 мА), що дозволяє безпосередньо підключати його до вихідних пінів мікроконтролерів, таких як Arduino. Для увімкнення реле необхідно подати логічний нуль, а для вимкнення — логічну одиницю. На платі розміщено два світлодіодні індикатори: червоний сигналізує про наявність живлення, а зелений — про активний стан реле. Це дає змогу візуально контролювати його роботу без додаткових пристроїв. Крім того, модуль оснащено гальванічною

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

розв'язкою між низьковольтною та високовольтною частинами, що підвищує безпеку експлуатації.

Основні характеристики:

- Граничні показники комутації: струм до 10 А, напруга до 250 В.
- Наявність індикації: світлодіод сигналізує про поточний стан реле.
- Розміри модуля: 4,4 см × 1,7 см.

Модуль підходить для застосування в умовах, що вимагають стабільного перемикання енергоємних пристроїв.

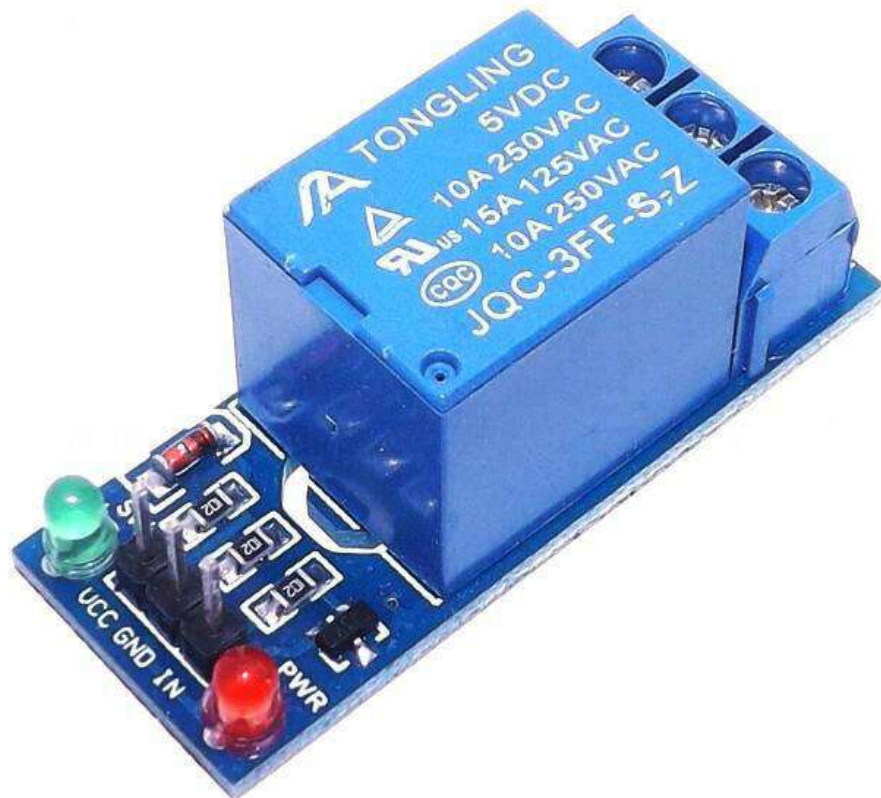


Рисунок 1.4 - Одноканальний модуль реле

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КПТР.210180.01.11 ПЗ

1.5 Пристрої введення

Як зазначено в структурній схемі (рис. 1.3), до пристроїв введення входять:

- Сенсор освітлення;
- Сенсор вологи і температури повітря;
- Сенсор температури води.

Сенсор освітлення побудований на базі звичайного фоторезистора і представлено на рис. 1.5.



Рисунок 1.5- Сенсор освітлення

Сенсор вологи і температури DHT11 (рис. 1.6) – це популярний цифровий датчик, який використовується для вимірювання температури та вологості повітря. Завдяки простоті використання, невисокій ціні та достатній точності, цей датчик широко застосовується у навчальних проєктах, автоматизованих системах моніторингу клімату, "розумних" будинках та інших електронних системах.

Він оснащений вбудованим 8-бітним мікроконтролером, який перетворює аналогові дані вологості та температури у цифровий код. Зазвичай цей сенсор застосовується у закритих приміщеннях.

Основні параметри сенсора DHT11 [21]:

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- Працює при напрузі живлення в межах від 3 до 5 В;
- Здатен вимірювати вологість у діапазоні від 20% до 80%;
- Максимальне відхилення при вимірюванні вологості становить $\pm 5\%$;
- Температурний діапазон вимірювання — від 0 до 50 °С;
- Похибка при визначенні температури не перевищує $\pm 2\%$;
- Інтервал між вимірюваннями (час опитування) — не більше 1 секунди.

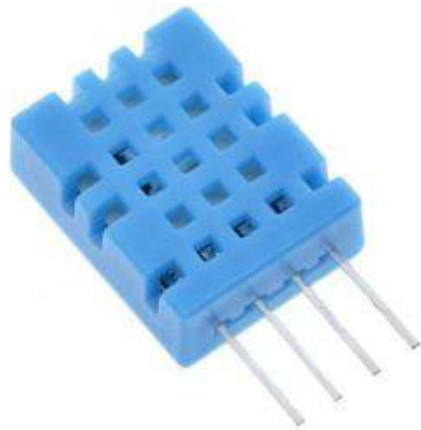


Рисунок 1.6 - Сенсор вологи і температури DHT11

В якості сенсору температури води використано DS18B20 [20] у вологозахисному корпусі, який представлено на рис. 1.7. DS18B20 - це цифровий температурний сенсор, розроблений компанією Maxim Integrated Products [15]. Він працює за протоколом 1-Wire, що дозволяє передавати дані температури по одному дроту. Це забезпечує просту і зручну інтеграцію з різними пристроями, такими як мікроконтролери, мікропроцесори, Arduino та інші.

Характеристики та переваги сенсора DS18B20:

1. Висока точність вимірювань: DS18B20 забезпечує точність до $\pm 0,5$ °С у діапазоні від -10 °С до $+85$ °С, що робить його надійним інструментом для контролю температури.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Можливість налаштування роздільної здатності: дозволяє обирати між 9, 10, 11 та 12 бітами, щоб оптимізувати співвідношення точності й швидкості зчитування згідно з вимогами конкретного застосунку.

3. Герметичний корпус: Для експлуатації в середовищах з підвищеною вологістю передбачений варіант сенсора DS18B20 у металевому герметичному корпусі з епоксидним ущільненням. Така конструкція забезпечує надійний захист від вологи, дозволяючи встановлювати пристрій безпосередньо у воду, наприклад, у басейні або фільтраційній системі.

4. Сумісність із різними інтерфейсами зв'язку: Сенсор DS18B20 підтримує підключення через інтерфейс 1-Wire, а також може бути адаптований для роботи з іншими протоколами, такими як I²C або SPI. Це забезпечує гнучкість інтеграції в різноманітні мікроконтролерні системи залежно від технічних потреб проекту.

5. Можливість налаштування точності вимірювання:

Сенсор підтримує зміну роздільної здатності на 9, 10, 11 або 12 біт, що дозволяє адаптувати сенсор до вимог щодо точності та швидкості. У даному випадку використовується 12-бітний режим, який забезпечує високу точність з кроком 0,0625 °C. Така гнучкість дозволяє оптимізувати час вимірювання й енергоспоживання системи.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

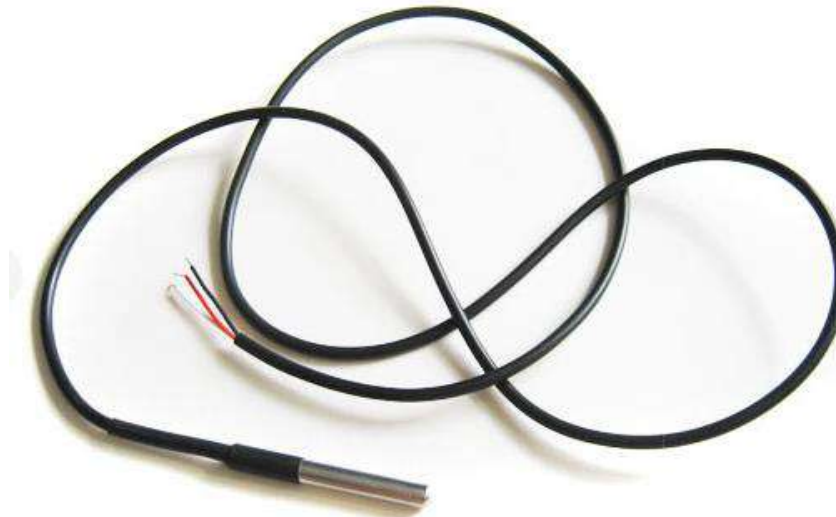
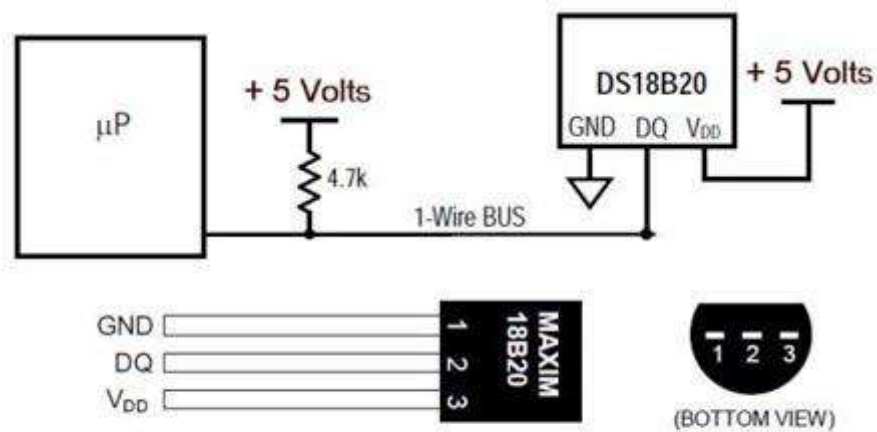


Рисунок 1.7 – Сенсор температури води DS18B20

DS18B20 є доцільним вибором для реалізації системи моніторингу температури води в умовах цифрового керування басейном. Його простота у підключенні, точність та сумісність з ESP32 дозволяють забезпечити стабільну та точну роботу сенсорної підсистеми.



Typical Connections for
the DS18B20

Рисунок 1.8 – Схема підключення DS18B20

1.6 Аналіз сучасних автономних систем підтримки життєдіяльності басейну

Системи підтримки життєдіяльності басейну відіграють ключову роль у забезпеченні належної якості води, енергоефективності та безпеки користувачів. Сучасні автономні рішення у цій сфері дедалі активніше впроваджують технології Інтернету речей (IoT), що дозволяє здійснювати віддалене керування, постійний моніторинг стану обладнання та автоматичне реагування на зміни параметрів [1].

IoT-системи в контексті басейнів зазвичай включають набір сенсорів, що відстежують критичні параметри води (наприклад, температуру), і виконавчих пристроїв (насоси), які реагують на зміни. Дані передаються на хмарну платформу або локальний сервер, де обробляються і, за потреби, викликають автоматизовані дії або сповіщення для користувача [3].

Типова автономна IoT-система для басейну складається з таких елементів:

- сенсорів (температури води, вологості, освітлення);
- контролерів (мікроконтролери ESP32 [19], STM32, Raspberry Pi);
- модулів зв'язку (Wi-Fi, LoRa, Bluetooth, GSM);
- виконавчих пристроїв (насоси, витяжка);
- хмарних або локальних платформ для збору та обробки даних (наприклад, Blynk [24]).

Приклади існуючих рішень:

1. SmartPool (США) — комерційне рішення для приватних басейнів, яке включає набір сенсорів, контролер з Wi-Fi та мобільний застосунок. Система підтримує автоматичне дозування хімікатів, фільтрацію та віддалене управління температурою.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2. PoolSense (€C) — спеціалізоване IoT-рішення, орієнтоване на простоту. Має Bluetooth-зв'язок з телефоном, вимірює рН та ORP (окисно-відновний потенціал) та надсилає рекомендації через додаток. Автоматизація часткова, без активного керування обладнанням.

3. Hayward Omnilogic — висококласна система з підтримкою повного автоматичного контролю за всіма аспектами басейну. Має мобільний додаток, інтегрується з голосовими асистентами та дозволяє створювати сценарії керування.

4. DIY-системи на базі ESP32 [19] та Blynk [24] — найгнучкіші, хоча й потребують інженерних знань. Дають змогу деталізувати рішення під конкретний об'єкт, використовуючи відкриті протоколи і програмовану логіку.

5. AquaFusion IoT Kit — DIY-набір на базі ESP32 [19] або Raspberry Pi, дозволяє створити кастомізовану систему моніторингу та управління. Використовує платформи типу Blynk [24], ThingSpeak або Home Assistant.

Ключові переваги IoT-систем:

- Віддалений доступ і керування через мобільні застосунки;
- Зниження витрат на обслуговування завдяки автоматизації;
- Оперативне виявлення проблем та аварійних ситуацій;
- Оптимізація споживання енергії та хімічних реагентів.

Проблеми впровадження:

- Висока початкова вартість комерційних систем;
- Потреба в надійному інтернет-з'єднанні;
- Складність налаштування для користувачів без технічних знань;
- Ризики кібербезпеки при відкритому доступі через мережу.

Існуючі рішення у сфері автономного управління басейнами з використанням технологій Інтернету речей демонструють високий потенціал як для приватного використання, так і для комерційного сектору. Залежно від бюджету та вимог користувача можлива як

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

реалізація на базі готових систем, так і побудова власного IoT-рішення з відкритим кодом. Це відкриває широкі можливості для оптимізації енергоспоживання, підвищення безпеки та покращення комфорту при експлуатації басейнів.

Крім того, IoT-рішення можуть бути адаптовані під конкретні кліматичні умови, графік користування басейном та індивідуальні переваги власника. Застосування таких систем також забезпечує зменшення витрат на обслуговування, зниження кількості аварійних ситуацій та подовження строку служби обладнання завдяки превентивному обслуговуванню.

1.5 Тенденції розвитку автономних IoT-систем для управління басейнами

У світлі стрімкого розвитку Інтернету речей (IoT) спостерігається тенденція до широкого впровадження автономних систем керування басейнами, які поєднують інтелектуальні алгоритми, машинне навчання, модулі автоматичної діагностики та хмарні сервіси. Це дозволяє не лише автоматизувати основні функції, а й підвищити ефективність управління та забезпечити проактивне обслуговування обладнання.

Сучасні тенденції включають такі напрямки:

1) Інтеграція з системами розумного будинку - все більше автономних систем для басейнів підтримують інтеграцію з платформами типу Apple HomeKit, Google Home або Amazon Alexa. Це дозволяє централізовано керувати усіма інженерними системами об'єкта.

2) Використання штучного інтелекту для оптимізації енергоспоживання - за допомогою аналізу даних із сенсорів у режимі реального часу системи можуть адаптивно змінювати режими роботи

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

фільтрації, вентиляції та нагріву, що дає змогу мінімізувати споживання енергії без шкоди для якості води та комфорту користувачів.

3) Автономна профілактика та технічна діагностика - розширені IoT-системи здатні проводити самоаналіз технічного стану обладнання, сигналізувати про необхідність технічного обслуговування, прогнозувати можливі несправності та оптимізувати планові профілактичні заходи.

4) Використання альтернативних джерел енергії - у рамках концепції сталого розвитку інтегруються рішення для живлення допоміжного обладнання басейну (насосів, освітлення, сенсорної системи) за рахунок відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі), що сприяє підвищенню енергоефективності всієї системи.

5) Підвищення кібербезпеки - зі зростанням кількості підключених пристроїв зростає й ризик кіберзагроз. У зв'язку з цим сучасні IoT-системи впроваджують розширені механізми захисту — від шифрування з'єднань до використання апаратних модулів захисту.

Ринок автономних IoT-рішень для басейнів перебуває у фазі активного розвитку. Інтеграція новітніх технологій дозволяє значно розширити функціональні можливості систем, підвищити рівень автоматизації, зменшити експлуатаційні витрати та забезпечити вищий рівень комфорту та безпеки для користувачів.

У результаті проведеного аналізу було обґрунтовано доцільність використання технології IoT для створення автономної системи підтримки життєдіяльності басейну. Розглянуто функціональні можливості цифрового управління басейном, визначено актуальні проблеми та виклики в системах обслуговування, а також здійснено порівняльний аналіз апаратних і програмних платформ для реалізації IoT-рішення. Запропонована структурна схема системи забезпечує надійний моніторинг і автоматизоване керування основними параметрами басейну: температурою води, освітленням, вентиляцією та роботою насосів.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

На основі проведеного аналізу програмного забезпечення для побудови IoT-системи зроблено висновок, що вибір платформи ESP32 у поєднанні з мобільним застосунком Blynk забезпечує оптимальне співвідношення функціональності, енергоефективності та вартості. Така комбінація дозволяє створювати доступні, масштабовані та ефективні IoT-рішення, які підходять як для приватного, так і для комерційного використання. Простота інтеграції, широкі можливості підключення та підтримка численних датчиків роблять цю платформу однією з найкращих для реалізації проєктів розумної автоматизації.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Особливості впровадження Blynk IoT у проекти

Сфера Інтернету речей (IoT) динамічно розвивається, постійно збагачуючись новими інструментами для підключення та керування різними пристроями й системами. Однією з найпоширеніших платформ у цій галузі є Blynk [24] IoT — сучасне рішення, що дозволяє розробникам створювати зручні та функціональні застосунки для управління IoT-пристроями.



Рисунок 2.1- Панель керування в Blynk IoT

Огляд особливостей використання платформи Blynk IoT і її переваг для створення єдиної екосистеми:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КПТР.210180.01.11 ПЗ			
Розроб.		Пасічник В. О.	<i>[Signature]</i>	13.06.25	Автономна IoT - система підтримки функціонування басейнів Пояснювальна записка	Лім.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Мішан В, В,	<i>[Signature]</i>	13.06.25		Н	28	64
Реценз.						ФІТ, ХНУ		
Н. Контр.		Стецюк В	<i>[Signature]</i>	18.06.25				
Затверд.		Мірошніченко	<i>[Signature]</i>	16.06.25				

Blynk IoT вирізняється своєю простотою: користувацький інтерфейс платформи настільки зрозумілий, що навіть розробники без глибоких навичок програмування можуть швидко зібрати власний застосунок для керування IoT-пристроями. Наявність готових віджетів і елементів керування, які легко налаштовуються під будь-які завдання, значно скорочує час і зусилля, необхідні для впровадження IoT-рішень. Крім того, Blynk IoT підтримує інтеграцію з різними хмарними сервісами й мікроконтролерами, що робить її універсальним інструментом як для невеликих домашніх проєктів, так і для масштабних промислових систем.

Платформа сумісна з широким колом апаратних рішень і операційних систем, що забезпечує гнучкість при об'єднанні пристроїв у єдину мережу. Серед підтримуваних мікроконтролерів — Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 та інші, а також мобільні девайси під управлінням iOS і Android. Завдяки цьому можна поєднати в одному середовищі різноманітну техніку та керувати нею через єдиний, інтуїтивний інтерфейс.

Blynk IoT дозволяє здійснювати віддалене керування підключеними пристроями з будь-якої точки світу через хмарний сервіс. Розробники отримують можливість зберігати дані сенсорів, змінювати налаштування обладнання й отримувати повідомлення в реальному часі, що забезпечує постійний моніторинг і своєчасну реакцію на події. Одночасно платформа підтримує локальне керування — коли всі дані передаються та обробляються в межах локальної мережі без доступу до Інтернету. Це критично важливо для проєктів із підвищеними вимогами до безпеки або коли доступ до зовнішніх мереж обмежений. Завдяки поєднанню хмарного та локального режимів Blynk IoT дає змогу створювати гнучкі системи, які можна адаптувати до різноманітних умов експлуатації.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Ще одна перевага Blynk IoT — її здатність підтримувати складні автоматизовані сценарії. Наприклад, можна задати умову автоматичного вмикання світла при виявленні руху чи надсилати миттєві сповіщення, якщо температура перевищує встановлений поріг. Крім того, платформа легко інтегрується з популярними зовнішніми сервісами (наприклад, Google Sheets, Twitter чи Facebook), що розширює можливості взаємодії між пристроями та іншими системами, дозволяючи автоматизувати додаткові процеси.

Таким чином, Blynk IoT виступає як потужна платформа для створення інтегрованих IoT-екосистем. Її ключовими перевагами є простота використання, підтримка широкого спектра пристроїв і платформ, зручне хмарне управління, а також розширені функції автоматизації. Завдяки таким можливостям Blynk стає ідеальним вибором для розробників, які прагнуть створити інтелектуальні, взаємопов'язані мережі пристроїв.

Blynk [24] IoT відкриває нові шляхи для реалізації інноваційних ідей в Інтернет речей [18], сприяючи стрімкому розвитку цієї галузі. З його допомогою можна створювати проекти будь-якої складності — від простих домашніх автоматизацій до масштабних промислових рішень, забезпечуючи при цьому максимальну ефективність та зручність.

Розроблення функціонального застосунку на базі Blynk IoT для керування басейном зі смартфона здійснюється поетапно:

— Етап 1 - Створення та конфігурація проєкту у Blynk IoT:

Перш за все необхідно зареєструвати обліковий запис у системі Blynk IoT та створити новий проєкт. Під час створення система генерує унікальний аутентифікаційний токен, що слугуватиме ідентифікатором підключення мобільного застосунку до серверної частини Blynk. На цьому етапі також формується візуальна частина інтерфейсу — додаються відповідні віджети (кнопки, слайдери, індикатори тощо), які

					<i>КПТР.210180.01.11 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		30

забезпечуватимуть взаємодію з апаратною частиною системи керування басейном.

— Етап 2 - Підключення мікроконтролера до хмарної платформи Blynk:

Для забезпечення двостороннього обміну даними між обладнанням басейну та мобільним застосунком необхідно інтегрувати обраний мікроконтролер із сервісом Blynk IoT. Платформа підтримує роботу з широким переліком апаратних рішень, зокрема Arduino, Raspberry Pi, ESP32 та інші. Після вибору оптимальної платформи для проєкту слід налаштувати прошивку мікроконтролера, використовуючи виданий токен для встановлення стабільного з'єднання з сервером.

— Етап 3 - Конфігурація елементів управління у застосунку Blynk:

Після налаштування зв'язку з мікроконтролером можна перейти до розширеного налаштування елементів інтерфейсу користувача у мобільному застосунку Blynk. Наприклад, можна додати такі елементи, як перемикачі (Switch), індикатори стану (LED), цифрові або аналогові лічильники (Gauge) тощо. Це дозволяє реалізувати механізм зворотного зв'язку — користувач отримуватиме актуальні дані про стан басейну й зможе контролювати його роботу в режимі реального часу.

— Етап 4 - Реалізація функціоналу системи керування басейном:

Після налаштування застосунку та підключення апаратної частини можна перейти до програмної реалізації функцій керування басейном. Залежно від технічних характеристик і можливостей обладнання, система може виконувати такі завдання, як запуск або зупинка насоса для подачі води, регулювання температури води за допомогою підігрівача, управління системою підсвічування тощо. Для цього розробляється програмний код для мікроконтролера, який обробляє команди, отримані з мобільного застосунку, та відповідно керує апаратними компонентами.

— Етап 5 - Тестування та оптимізація системи:

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Після впровадження всіх функцій необхідно провести комплексне тестування системи з метою перевірки її працездатності та стабільності. Під час пробного запуску слід оцінити, як система реагує на керуючі команди з мобільного застосунку, та виявити можливі технічні недоліки. За потреби вносяться необхідні коригування до програмного коду або конфігурації системи для досягнення максимальної ефективності та надійності її роботи.

Таким чином, процес розробки програми для управління басейном за допомогою платформи Blynk IoT складається з кількох ключових етапів. Він включає реєстрацію та налаштування проєкту, підключення мікроконтролера до системи, конфігурацію віджетів у додатку Blynk, реалізацію функцій басейну, тестування та оптимізацію роботи системи.

Blynk IoT дозволяє створювати інтуїтивно зрозумілі та функціональні додатки, що забезпечують повний контроль над процесом керування басейну, додавати нові функції або інтегрувати додаток із додатковими сервісами для розширення його можливостей. Така система не лише підвищує зручність для користувачів, але й дозволяє оптимізувати процеси управління, забезпечуючи надійність, ефективність і сучасний підхід до роботи.

2.2 Аналоги Blynk IoT

Arduino IoT Cloud — це фірмова екосистема для створення IoT-проєктів від компанії Arduino. Платформа має зрозумілий графічний інтерфейс, підтримує голосових асистентів (Alexa, Google Assistant) і оновлення програмного забезпечення "по повітрю" (OTA). Для відображення даних доступні інтерактивні дашборди у веб-браузері, що дає змогу швидко контролювати стан пристроїв.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Сервіс інтегрується з середовищами розробки Arduino IDE та Arduino Web Editor. Основною перевагою є повна підтримка "рідних" апаратних платформ Arduino MKR та Nano, а також опція створення проєктів із кількох пристроїв. Недоліком є слабка підтримка бюджетних мікроконтролерів типу ESP32 [19] або ESP8266, що звужує можливості для економних рішень.

Arduino IoT Cloud підходить для початківців, навчальних проєктів та малих систем, де важлива простота та офіційна підтримка.

ThingSpeak — це IoT-платформа з фокусом на наукові дослідження та навчальні завдання. Вона дозволяє збирати дані у хмарі, організовувати їх у канали та здійснювати аналітику за допомогою MATLAB. Інтерактивні графіки допомагають стежити за динамікою змін параметрів у реальному часі.

Головною перевагою є глибока інтеграція з MATLAB, що дає змогу виконувати складний аналіз, обробку даних, статистику та моделювання безпосередньо в середовищі платформи. Проте можливості керування пристроями обмежені: немає мобільного застосунку, API (набір правил та інструментів, що дозволяють різним програмам взаємодіяти один з одним, обмінюватися даними та функціями) надає базову функціональність, а зворотній зв'язок із пристроями реалізований досить примітивно.

Adafruit IO — це веб-платформа для розробників-ентузіастів та спільноти DIY. Вона підтримує роботу з MQTT і REST API, надає простий інтерфейс для створення віджетів, дашбордів і елементів керування (графіки, кнопки, слайдери).

Перевагою є велика база прикладів та бібліотек для популярних мікроконтролерів (ESP32, ESP8266), що дозволяє швидко почати роботу навіть новачкам. Платформа також підтримує налаштування подій і створення сповіщень. Недолік — обмеження безкоштовного тарифу

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

(кількість каналів, частота оновлення), відсутність мобільного застосунку, а інтерфейс дашбордів виглядає дещо застаріло.

Caenpe — одна з перших платформ із підтримкою "перетягни й поклади" (drag-and-drop) для проектування IoT-інтерфейсів. Платформа підтримує MQTT-протокол, працює з Raspberry Pi, Arduino та LoRa-пристроями. Дає змогу створювати сценарії автоматизації без потреби програмування.

Основною перевагою є легкість використання: базову IoT-систему можна зібрати за кілька хвилин. Є мобільний додаток, підтримка геолокації та історії даних. Недолік полягає в тому, що останніми роками проєкт фактично не розвивається, інтерфейс не оновлюється, а підтримка нових пристроїв відсутня. Тим не менш, платформа лишається актуальною для навчання та демонстраційних проєктів.

Ubidots — професійна IoT-платформа, орієнтована на промислові застосування, стартапи та комерційний сектор. Вона дозволяє створювати індивідуальні дашборди, аналітичні панелі, правила автоматизації, сповіщення, а також налаштовувати права доступу для користувачів. Підтримуються такі протоколи, як MQTT, HTTPS, TCP/UDP.

Платформа дозволяє не тільки візуалізувати дані, а й будувати на їхній основі аналітичні сервіси та звіти. Також підтримується створення бренданих інтерфейсів для комерційного використання. Недоліком є складність першого налаштування — сервіс більше підходить для досвідчених розробників. Безкоштовний план має обмеження на кількість пристроїв і частоту оновлень.

ThingsBoard — розширювана IoT-платформа з відкритим вихідним кодом, яку можна розгорнути як локально, так і у хмарі. Вона підтримує MQTT, CoAP, HTTP та інтеграцію з базами даних, хмарними обчислювальними сервісами та бізнес-логікою. Пропонує розвинуті

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

механізми аналітики, створення правил і управління правами користувачів.

Платформа добре підходить для розгортання масштабованих корпоративних IoT-систем із високими вимогами до безпеки та гнучкості. Вона дозволяє створювати ієрархічні структури пристроїв, шаблони для стандартних датчиків та індивідуальні віджети. Недоліком є високий поріг входу: для повноцінної роботи потрібні знання Docker, Linux, баз даних та серверної інфраструктури. Платформа більше підходить для команд професіоналів, ніж для індивідуальних розробників.

2.3 Розробка алгоритму та інтерфейсу

Програмна частина для модуля ESP32 створена з використанням стандартних бібліотек, серед яких:

- WiFi;
- WiFiClient;
- BlynkSimpleEsp32;
- GyverDS18.h;
- DHT.

На рисунку 2.2 зображено алгоритм функціонування IoT-системи керування басейном.

Платформа Blynk розроблена з метою впровадження концепції Інтернету речей (IoT). Вона надає можливість дистанційного керування апаратними пристроями, відображення показників сенсорів, збереження та візуалізації даних, а також підтримує широкий спектр додаткових функцій.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

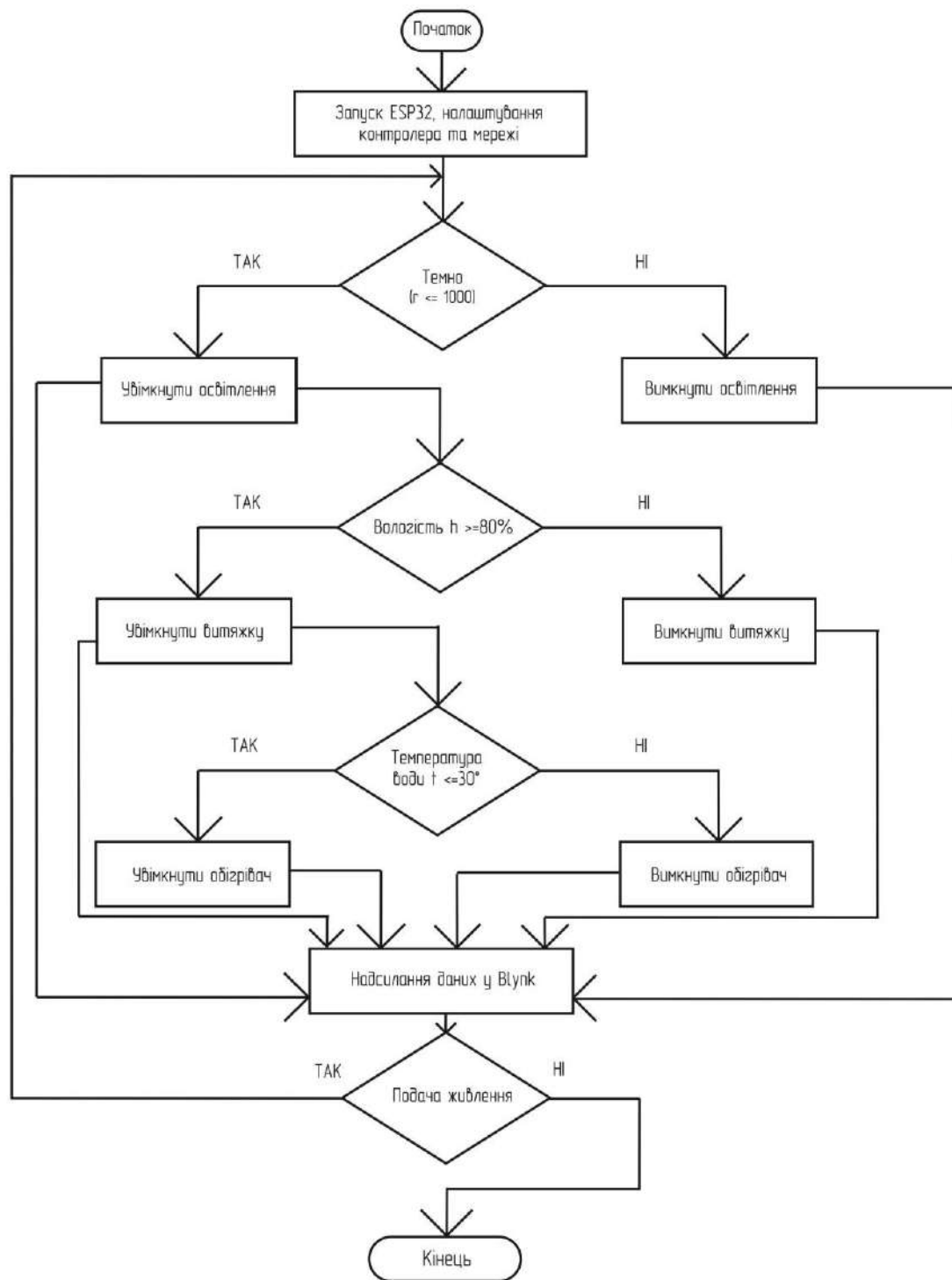


Рисунок 2.2- Алгоритм IoT-системи керування басейном

Система Інтернету речей, призначена для керування басейном, підтримує два режими роботи — автоматичний та ручний. Оскільки виконання операцій відбувається послідовно в циклічному порядку, опис

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

алгоритму розпочинається з початкового етапу. На старті роботи всі необхідні датчики вже інтегровані в систему, що дозволяє одразу отримати інформацію про температуру та вологість повітря, рівень освітленості й температуру води.

У разі, якщо інтенсивність освітлення опускається нижче встановленого порогового значення, система самостійно активує штучне освітлення. Водночас користувач має можливість увімкнути світло вручну за допомогою відповідної кнопки в мобільному застосунку.

Перед розробкою інтерфейсу додатку для IoT-системи управління басейном, важливо спочатку створити веб-інтерфейс. Для цього необхідно вибрати віджети, які будуть відображати потрібну інформацію та дозволяти керувати різними механізмами. Для наочного представлення даних використаємо віджет Gauge, який дозволяє виводити інформацію як у цифровому вигляді, так і в графічному форматі. Так ми розмістимо два таких віджети для відображення даних про температуру та вологість в приміщенні.

Щоб показувати інформацію про наявність світла використаємо віджет LED. Цей віджет буде підсвічуватися певним кольором. Для управління подачею води або вмиканням освітлення скористаємося віджетом Switch, який у додатку буде виглядати як кнопка. Під час налаштування віджетів необхідно вказати віртуальний пін, через який інформація буде надходити до кожного віджету. Крім того, слід вказати діапазон значень для вологості та температури, вибрати одиниці вимірювання та налаштувати кольори віджетів.

Веб-інтерфейс проекту представлено на рис. 2.3.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

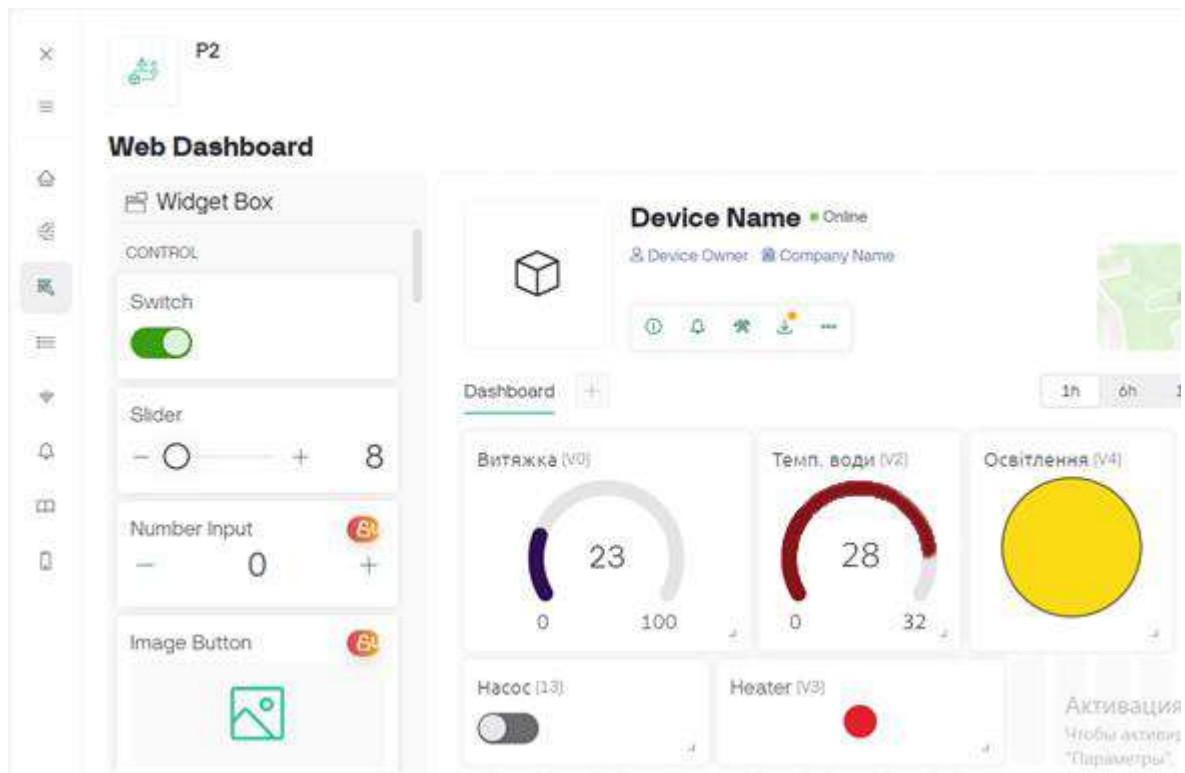


Рисунок 2.3- Веб-інтерфейс IoT-системи басейну

Після завершення роботи над веб-інтерфейсом, наступним етапом є створення мобільного застосунку. Для цього користувачу потрібно завантажити та інсталювати програму Vlynk IoT з Play Market. Після встановлення, активувавши режим розробника, слід додати до мобільного застосунку ті ж віджети, що й у веб-версії, та налаштувати їх, призначивши відповідні потоки даних. Візуалізація мобільного інтерфейсу IoT-системи керування басейном представлена на рисунку 2.4.

BLYNK_TEMPLATE_NAME — зрозуміла користувачеві назва шаблону. Вона відображається у вебінтерфейсі та у мобільному застосунку Blynk. У даному випадку шаблон названо "P2".

BLYNK_AUTH_TOKEN — унікальний токен авторизації для підключення пристрою до платформи Blynk. Завдяки цьому токenu мікроконтролер отримує право передавати дані до відповідного проєкту у Blynk. Цей токен створюється автоматично при створенні нового пристрою у Blynk і вставляється у код прошивки.

У результаті ці параметри забезпечують унікальність підключення та дають змогу правильно ідентифікувати пристрій на сервері платформи Blynk. Під час виконання функції Blynk.begin() ці значення використовуються для встановлення безпечного з'єднання між пристроєм та Blynk-сервером.

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <DHT.h>
#include <GyverDS18.h>
```

Рисунок 2.6 - Код програми (2)

Призначення кожної бібліотеки наступне:

— #include <WiFi.h>:

Підключення стандартної бібліотеки для мікроконтролера ESP32, яка забезпечує можливість роботи з Wi-Fi. Завдяки цій бібліотеці ESP32 може підключатися до бездротової мережі, здійснювати передачу та прийом даних через Інтернет.

— #include <WiFiClient.h>:

Бібліотека для створення клієнтських з'єднань по TCP/IP протоколу. Використовується як допоміжна для роботи з мережею —

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

зокрема, для реалізації зв'язку із хмарними сервісами (у даному випадку — платформою Blynk).

— `#include <BlynkSimpleEsp32.h>`:

Бібліотека платформи Blynk, адаптована для мікроконтролерів ESP32. Забезпечує просте підключення ESP32 до хмарної платформи Blynk та обмін даними між мікроконтролером і мобільним застосунком. Дозволяє зручно організувати візуалізацію показників сенсорів, керувати виконавчими пристроями та отримувати зворотний зв'язок у режимі реального часу.

— `#include <DHT.h>`:

Бібліотека для роботи з датчиками серії DHT (зокрема, DHT11 у цьому проекті). Забезпечує зчитування температури та вологості з цифрового сенсора DHT. Інкапсулює необхідні протоколи обміну та дозволяє просто отримувати значення температури та вологості.

— `#include <GyverDS18.h>`:

Бібліотека для роботи з цифровим температурним датчиком DS18B20. Підтримує зчитування температури з високою точністю через протокол OneWire. У даному коді бібліотека підключена, однак наразі її можливості повністю не використовуються (виклик відповідної функції в коді оформлено некоректно).

Підключені бібліотеки дозволяють забезпечити ключові функції системи — підключення до Wi-Fi, взаємодію з платформою Blynk, зчитування параметрів довкілля (температура, вологість, освітленість), а також передачу даних для відображення у мобільному застосунку.

```
char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;  
char ssid[] = "POCO X3 PRO";  
char pass[] = "vladyslav";
```

Рисунок 2.7 - Код програми (3)

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Призначення кожної змінної таке:

- `char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN`: масив символів, у якому зберігається токен автентифікації Blynk. У цьому випадку значення токена підставляється з раніше оголошеної директиви `#define BLYNK_AUTH_TOKEN`.

Токен використовується для безпечного з'єднання пристрою з сервером Blynk. Завдяки цьому кожен пристрій має унікальну авторизацію у платформі.

- `char ssid[] = "POCO X3 PRO"`;

Назва (SSID) Wi-Fi-мережі, до якої підключатиметься мікроконтролер ESP32. У даному випадку як точку доступу використано смартфон із функцією точки доступу (назва мережі "POCO X3 PRO").

- `char pass[] = "vladyslav"`: пароль до Wi-Fi-мережі, вказаної у змінній `ssid[]`. Він потрібен для встановлення з'єднання з мережею.

Ці змінні забезпечують мікроконтролеру можливість підключення до локальної Wi-Fi-мережі для виходу в Інтернет та авторизування у платформі Blynk для обміну даними з хмарним сервісом та мобільним застосунком.

```
#define ledPin 4           // Пін, до якого підключено світлодіод
#define PHOTO_Pin 34      // Пін, до якого підключено фоторезистор
#define DHTPIN 27         // DHT11 sensor pin
#define DHTTYPE DHT11     // DHT 11 type
#define Heater 16
int r;
int h;
int t;
```

Рисунок 2.8 - Код програми (4)

Призначення елементів:

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- #define ledPin 4: оголошення константи ledPin, яка містить номер цифрового входу/виходу (GPIO 4) мікроконтролера ESP32. До цього піну підключено світлодіод, яким керує система (вмикає або вимикає залежно від рівня освітленості).

- #define PHOTO_Pin 34: константа PHOTO_Pin визначає пін GPIO 34, до якого підключено фоторезистор. За допомогою фоторезистора система вимірює рівень освітленості у навколишньому середовищі.

- #define DHTPIN 27: константа DHTPIN задає пін GPIO 27, до якого підключено сенсор температури та вологості DHT11.

- #define DHTTYPE DHT11: константа DHTTYPE визначає тип сенсора, що використовується — у цьому випадку DHT11. Це значення передається до об'єкта DHT, який здійснює зчитування даних із сенсора.

- #define Heater 16: константа Heater визначає пін GPIO 16, до якого підключено виконавчий пристрій — нагрівач. Система автоматично вмикає або вимикає нагрівач залежно від вимірної температури.

Окрім цього, оголошено змінні:

- int r - змінна для зберігання значення аналогового сигналу з фоторезистора (рівня освітленості);

- int h - змінна для зберігання виміряного рівня вологості (%);

- int t - змінна для зберігання значення температури (°C).

Дані директиви та змінні дозволяють програмно керувати підключеними сенсорами та виконавчими пристроями. Це забезпечує адаптивну поведінку системи на основі поточних значень параметрів середовища.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

```

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);      // Initialize DHT sensor
// Blynk widgets
BlynkTimer timer;
WidgetLED led4(V4);
WidgetLED led0(V0);            //widget of humidity (fan)
WidgetLED led1(V1);           //heater

```

Рисунок 2.9 - Код програми (5)

- DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE) - створення об'єкта dht класу DHT. Цей об'єкт дозволяє програмно зчитувати значення температури та вологості з сенсора DHT11, підключеного до піну GPIO 27 (визначено як DHTPIN). Тип сенсора вказано у DHTTYPE (DHT11).

У подальшому кодї для отримання даних викликаються методи dht.readTemperature() та dht.readHumidity().

- BlynkTimer timer - створення об'єкта timer класу BlynkTimer. Цей таймер використовується для періодичного виконання функцій у циклі програми (наприклад, читання сенсорів). Це дозволяє опитувати сенсори з певною частотою без блокування виконання основного циклу loop().

- WidgetLED led4(V4) - створення об'єкта led4, який відповідає за віртуальний світлодіод у мобільному застосунку Blynk на віртуальному піні V4. Використовується для індикації рівня освітленості (вмикається або вимикається залежно від показів фоторезистора).

- WidgetLED led0(V0) - створення об'єкта led0, який керує віртуальним світлодіодом на віртуальному піні V0. Використовується для індикації стану вентилятора, що вмикається при високій вологості.

- WidgetLED led1(V1) - створення об'єкта led1, який керує віртуальним світлодіодом на віртуальному піні V1. Використовується для індикації стану нагрівача, що вмикається при низькій температурі.

Цей блок коду здійснює ініціалізацію ключових програмних компонентів для:

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зчитування показників середовища (температура, вологість);
- організації періодичного оновлення даних (таймер);
- візуалізації стану системи у мобільному застосунку Blynk (віртуальні світлодіоди).

```

void PHOTO_SENSOR() {
  // Read light level
  r = analogRead(PHOTO_Pin);
  Serial.print("Light Level: ");
  Serial.println(r);

  // Control LED based on light level
  if (r <= 100) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // Turn on physical LED
    led4.on(); // Turn on virtual LED in Blynk
  } else {
    digitalWrite(ledPin, LOW); // Turn off physical LED
    led4.off(); // Turn off virtual LED in Blynk
  }
}

```

Рисунок 2.10 - Код програми (б)

Функція PHOTO_SENSOR() реалізує автоматичний контроль освітлення на основі даних, отриманих з фотодатчика. Її завданням є зчитування рівня освітленості та керування як фізичним світлодіодом, так і віртуальним світлодіодом у мобільному застосунку Blynk.

На першому етапі у функції відбувається зчитування аналогового сигналу з фотодатчика, підключеного до піну PHOTO_Pin, за допомогою функції analogRead(PHOTO_Pin). Отримане значення зберігається у змінній r та виводиться в монітор порту через послідовний інтерфейс за допомогою команд Serial.print і Serial.println. Це дає змогу відстежувати поточний рівень освітленості в цифровому вигляді у діапазоні від 0 (повна темрява) до 1023 (максимально яскраве освітлення).

Далі, у залежності від отриманого значення освітленості, здійснюється керування світлодіодами. Якщо рівень освітленості r є меншим або дорівнює 100 (умовно визначене значення темряви), то фізичний світлодіод, підключений до піну ledPin, вмикається за допомогою команди digitalWrite(ledPin, HIGH). Одночасно у мобільному

застосунку Blynk активується відповідний віртуальний світлодіод за допомогою методу `led4.on()`.

У протилежному випадку (при достатньому рівні освітленості, коли $r > 100$), фізичний світлодіод вимикається (`digitalWrite(ledPin, LOW)`), а віртуальний світлодіод у застосунку Blynk деактивується за допомогою методу `led4.off()`.

Таким чином, функція `PHOTO_SENSOR()` забезпечує просту та наочну реалізацію системи автоматичного керування освітленням із можливістю віддаленого моніторингу стану системи через мобільний застосунок Blynk. Такий підхід дозволяє ефективно поєднати фізичні компоненти з елементами Інтернету речей (IoT), що є актуальним у рамках сучасних розумних систем управління середовищем.

```
void T_H_SENSOR() {
  // Read temperature and humidity from DHT11
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  h = analogRead(DHTPIN);
  Serial.print("Humidity Level: ");
  Serial.println(h);
  if (h => 80) {
    digitalWrite(FanPin, HIGH);
    led0.on();
  } else {
    digitalWrite(FanPin, LOW);
    led0.off();
  }
}
```

Рисунок 2.11 - Код програми (7)

Функція `T_H_SENSOR()` забезпечує автоматичний моніторинг температури та вологості повітря, а також керування вентиляцією залежно від поточних показників вологості. Для зчитування параметрів

										КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							46

використовується датчик DHT11, який є одним із найбільш розповсюджених сенсорів для вимірювання температури та відносної вологості повітря.

У процесі роботи функції здійснюється зчитування значень температури (у градусах Цельсія) та вологості (у відсотках) за допомогою спеціалізованих методів бібліотеки датчика: `dht.readTemperature()` та `dht.readHumidity()`. Отримане значення вологості додатково виводиться у монітор порту за допомогою інтерфейсу `Serial`, що дозволяє здійснювати оперативний контроль роботи системи та спрощує процес її тестування і відлагодження.

Далі у функції реалізовано умовну перевірку поточного рівня вологості. Якщо значення вологості перевищує або дорівнює 80 %, функція активує систему вентиляції шляхом подачі високого логічного рівня на керуючий пін вентилятора (`FanPin`). Одночасно із цим у мобільному застосунку `Blynk` за допомогою віртуального елемента керування (`led0`) подається візуальний сигнал про ввімкнення вентиляції.

У разі, якщо рівень вологості знижується нижче порогового значення (80 %), система вентиляції автоматично вимикається, а відповідний віртуальний індикатор у застосунку `Blynk` деактивується.

Таким чином, функція `T_H_SENSOR()` реалізує просту та ефективну стратегію керування мікрокліматом на основі показників вологості, забезпечуючи як фізичне керування вентиляційним обладнанням, так і інтеграцію із засобами віддаленого моніторингу через мобільний застосунок. Це дозволяє підвищити комфорт користувачів та оптимізувати енергоспоживання системи у межах реалізованої IoT-платформи.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

```

if (isnan(h) || isnan(t)) {
  Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
} else {
  Serial.print("Humidity: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %\t");
  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(t);
  Serial.println(" °C");
  // Send data to Blynk
  Blynk.virtualwrite(V5, h); // Sending humidity to virtual pin V5
  Blynk.virtualwrite(V1, t); // Sending temperature to virtual pin V6
}
}

```

Рисунок 2.12 - Код програми (8)

Після зчитування значень температури та вологості за допомогою функцій `readTemperature()` та `readHumidity()` здійснюється перевірка отриманих результатів на предмет їх коректності. Для цього використовується функція `isnan()`, яка дозволяє визначити, чи є отримане значення числовим. У випадку, якщо хоча б одне із значень (температура або вологість) виявляється некоректним (тобто дорівнює Not a Number — NaN), у монітор порту виводиться відповідне повідомлення про помилку: "Failed to read from DHT sensor!". Це дозволяє оперативно діагностувати можливі несправності датчика або проблеми з його підключенням.

У разі успішного зчитування даних обидва значення (температура та вологість) виводяться у монітор порту для візуального контролю. Крім того, дані передаються у мобільний застосунок Blynk за допомогою функції `Blynk.virtualWrite()`, що забезпечує відображення актуальних параметрів мікроклімату на мобільному пристрої користувача. Передавання даних здійснюється на віртуальні пін-и V5 (вологість) та V1 (температура), які пов'язані з відповідними елементами інтерфейсу у застосунку.

Таким чином, дана програмна логіка забезпечує не лише автоматичний моніторинг параметрів навколишнього середовища, а й підвищену стійкість системи до можливих збоїв у роботі сенсора.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

```

void TEMPERATURE_SENSOR() {

t = analogRead(ONE_WIRE_PIN);

Serial.print("Temperature level: ");
Serial.println(t);

if (t <= 30) {

digitalWrite(Heater, HIGH);
led1.on();

} else {

digitalWrite(Heater, LOW);
led1.off();

}
}

```

Рисунок 2.13 - Код програми (9)

У складі розробленої IoT-системи передбачено функцію TEMP_SENSOR(), яка здійснює автоматичний контроль температури повітря в приміщенні та керує роботою обігрівача. Ця функція забезпечує підтримання комфортного температурного режиму, а також дозволяє здійснювати моніторинг стану системи через мобільний застосунок.

На початку роботи функції виконується зчитування аналогового сигналу з температурного сенсора, підключеного до піну ONE_WIRE_PIN. Зчитане значення, пропорційне температурі, зберігається у змінній t. Для спрощення контролю роботи системи це значення також виводиться у монітор порту за допомогою інтерфейсу Serial.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі реалізовано простий алгоритм автоматичного керування обігрівачем. Якщо значення температури є нижчим або дорівнює 21 °С, функція автоматично вмикає обігрівач шляхом подачі високого логічного рівня на відповідний керуючий пін Heater. Одночасно з цим у мобільному застосунку Blynk активується віртуальний індикатор led1, який дозволяє користувачу віддалено відстежувати стан обігрівача.

У разі підвищення температури понад 21 °С обігрівач автоматично вимикається, а віртуальний індикатор у застосунку переходить у неактивний стан.

Завдяки такому підходу функція TEMP_SENSOR() дозволяє створити просту й ефективну систему автоматичного регулювання температури приміщення з можливістю дистанційного моніторингу та керування в межах інтегрованої IoT-платформи.

```
void setup() {  
  pinMode(ledPin, OUTPUT);      // Set LED pin as output  
  pinMode(FanPin, OUTPUT);  
  pinMode(PHOTO_Pin, OUTPUT);  
  Serial.begin(9600);          // Start serial monitor  
  Blynk.begin(auth, ssid, pass); // Connect to Blynk  
  dht.begin();                 // Initialize DHT sensor  
  // Set timer to regularly read data  
  timer.setInterval(1000, PHOTO_SENSOR); // Adjust interval as needed  
  timer.setInterval(1000, T_H_SENSOR); // Adjust interval as needed  
}
```

Рисунок 2.14 - Код програми (10)

У функції setup() виконується початкова ініціалізація системи перед її основною роботою. Спочатку налаштовуються порти мікроконтролера, до яких підключено виконавчі елементи, такі як світлодіод (ledPin), вентилятор (FanPin) та фоторезистор (PHOTO_Pin). Ці порти переводяться у режим виходу, що дозволяє мікроконтролеру керувати підключеними пристроями.

механізмів: взаємодії з хмарним сервісом Blynk та управління програмними таймерами.

Виклик функції `Blynk.run()` дозволяє постійно підтримувати з'єднання мікроконтролера з сервером Blynk, що забезпечує стабільний обмін даними між пристроєм та мобільним застосунком. Завдяки цьому користувач може у реальному часі отримувати актуальні показники з сенсорів та керувати елементами системи через Інтернет.

Виклик функції `timer.run()` гарантує своєчасне виконання програмних таймерів, які були налаштовані у функції `setup()`. У даному проєкті за допомогою таймерів реалізовано періодичне зчитування даних з датчиків температури, вологості та освітленості, що забезпечує динамічне оновлення інформації у мобільному застосунку та автоматичне керування виконавчими елементами.

Таким чином, структура функції `loop()` забезпечує безперервну та стабільну роботу IoT-системи у режимі реального часу.

У цьому розділі було розроблено та впроваджено програмне забезпечення для IoT-системи керування басейном з використанням платформи Blynk [24] IoT та апаратної платформи ESP32 [19]. Платформа Blynk продемонструвала високу ефективність для швидкої розробки інтерфейсів управління, що забезпечують зручний моніторинг і дистанційне керування системою. Здійснено розробку алгоритму функціонування системи, налаштовано інтерфейс мобільного застосунку й реалізовано програмний код для взаємодії з основними сенсорами й виконавчими пристроями. Також було проведено аналіз аналогічних платформ, що підтвердило доцільність вибору саме Blynk IoT [25] для завдань проєкту. Розроблена система забезпечує гнучкість, простоту у використанні, підтримує розширення функціоналу та відповідає сучасним вимогам до автоматизації інженерних систем.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

3 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМ

3.1 Розробка функціональної схеми, опис її роботи та зв'язок між компонентами системи

Проектування електричної функціональної схеми є одним із ключових етапів створення автономної системи підтримки життєдіяльності басейну. Така система має забезпечувати контроль основних параметрів водного середовища, автоматичне керування обладнанням та інтеграцію з хмарними платформами для дистанційного моніторингу та управління. Застосування технологій Інтернету речей (IoT) дозволяє забезпечити високий рівень автоматизації, адаптивності та енергоефективності системи.

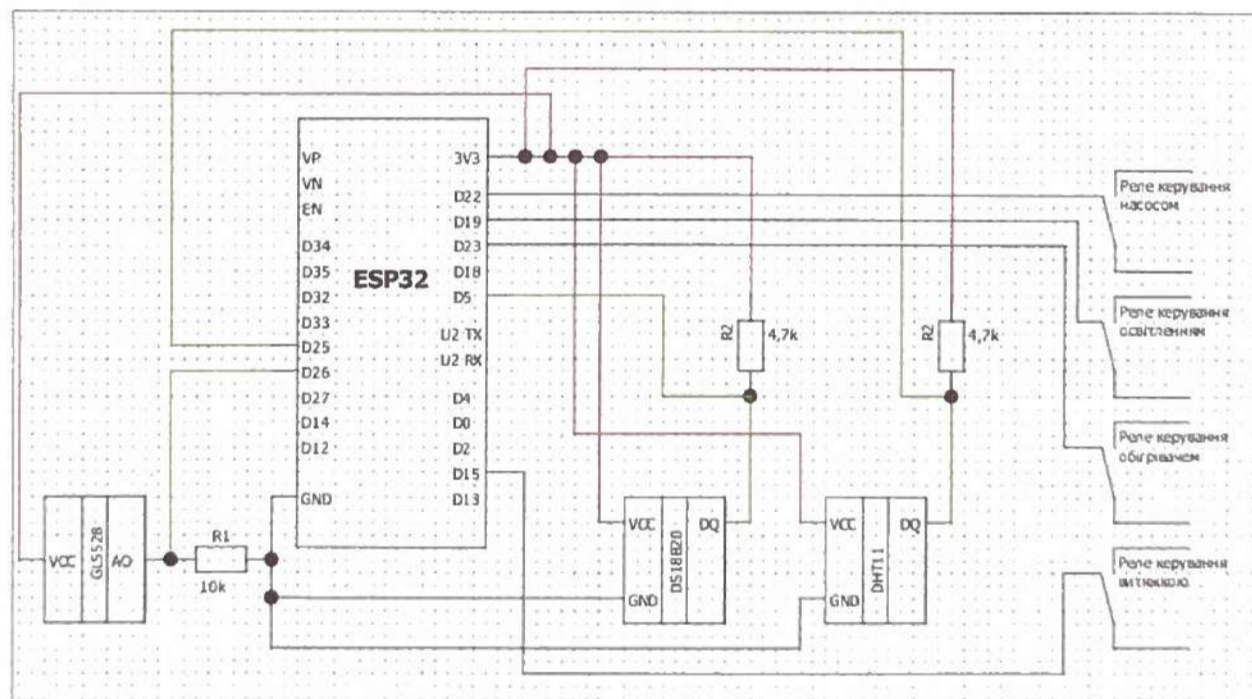


Рисунок 3.1- Електрично функціональна схема

КПТР.210180.01.11 ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
		Пасічник В. О.	<i>[Signature]</i>	15.06.25		11	53	64
		Мішан В. В.	<i>[Signature]</i>	13.06.25				
		Реценз.						
		Н. Контр.	Стецюк В. О.	<i>[Signature]</i>		16.06.25		
		Затверд.	Літвишук С. К.	<i>[Signature]</i>	16.06.25			ФІТ, ХНУ

Принципова схема (рис. 3.1) є фрагментом системи автоматизованого керування на базі мікроконтролера ESP32 Lolin Lite. Така архітектура застосовується у системах "розумного дому", автоматизованих системах поливу або інших подібних проєктах, де необхідно забезпечити взаємодію сенсорних модулів з виконавчими пристроями через логіку контролера.

Центральним елементом є мікроконтролер ESP32, який не лише виконує роль керуючого пристрою, а й дозволяє передавати дані по Wi-Fi або Bluetooth, що відкриває можливості для віддаленого моніторингу та керування системою. До ESP32 підключено кілька вхідних і вихідних ліній, які забезпечують зв'язок із сенсорами та реле.

У схемі передбачено підключення цифрових датчиків типу DS18B20 або аналогічних, які працюють по протоколу 1-Wire. Для коректної роботи цієї шини використано підтягувальні резистори номіналом 4,7 кОм, що підключаються до лінії даних і живлення. Кожен датчик має окрему лінію підключення до GPIO мікроконтролера, хоча при бажанні їх можна об'єднати в одну загальну шину даних.

Крім цифрових сенсорів, у схемі реалізовано зчитування аналогового сигналу з використанням порту A0. До нього через резистор на 10 кОм підключається аналоговий сенсор, наприклад фоторезистор, що дозволяє відслідковувати рівень освітленості або інші аналогові параметри довкілля.

Керування виконавчими механізмами здійснюється за допомогою релейних модулів, підключених до вихідних пінів ESP32. Усього передбачено чотири реле, які відповідають за включення або відключення різних пристроїв: насоса, системи освітлення, обігрівального елемента та вентиляційного пристрою. Кожне реле отримує логічний рівень керування безпосередньо з відповідного піну мікроконтролера. Такий

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

спосіб реалізації дозволяє гнучко керувати різними пристроями в залежності від показників з сенсорів або заданих користувачем умов.

Уся система живиться від джерела напруги 3.3 В, яке може подаватись через USB або зовнішній стабілізатор. Важливо враховувати споживання реле, особливо якщо вони живляться від того ж джерела, що й мікроконтролер, оскільки високі струмові навантаження можуть спричинити нестабільну роботу системи.

У результаті схема демонструє приклад інтеграції сенсорної системи з виконавчими механізмами під управлінням ESP32 [19]. Така конструкція є зручною для побудови автономних або керованих через мережу пристроїв, здатних самостійно приймати рішення та виконувати задані дії в залежності від умов середовища.

3.2 Розробка електричної принципової схеми

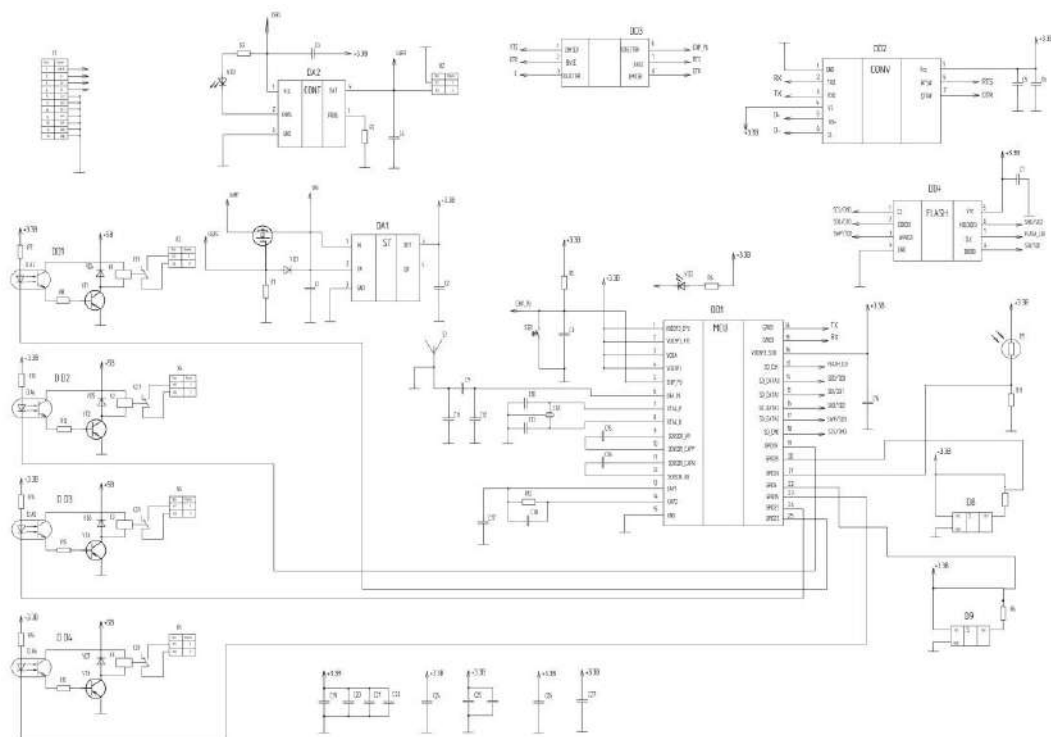


Рисунок 3.2 – Схема електрична принципова автономної системи підтримки життєдіяльності басейну

На цій принциповій схемі зображено мікроконтролерну систему, побудовану на основі модуля ESP32 Lolin32 Lite, до якої підключено три сенсори: фоторезистор, цифровий температурний датчик DS18B20 та комбінований датчик температури і вологості DHT11. У схемі реалізовано всі ключові функціональні елементи, зокрема блок живлення, програмний інтерфейс, вузли підключення сенсорів, керувальні кнопки та світлові індикатори.

Основу цієї системи становить мікроконтролер ESP32, який відповідає за обробку вхідних даних, виконання обчислень і передачу інформації через бездротові інтерфейси, зокрема Wi-Fi або Bluetooth. До ESP32 підключені GPIO-виводи, які дозволяють йому спілкуватися з навколишніми компонентами. Живлення до плати подається або через USB, або від літєвого акумулятора, заряд якого контролюється спеціальною мікросхемою TP4054. Вона забезпечує захист акумулятора від перенапруги й глибокого розряду, а також подає живлення на ESP32 через керований транзистор.

Щоб ESP32 міг бути прошитий або обмінювався даними з комп'ютером, використовується перетворювач інтерфейсів USB-UART на базі мікросхеми CH340G. Вона забезпечує зв'язок через стандартний послідовний порт, а також дозволяє автоматично переключати мікроконтролер у режим завантаження прошивки. Для зручності на платі розміщено дві кнопки: одна відповідає за скидання (Reset), а інша — за активацію режиму програмування (Boot). Світлодіод, підключений до GPIO через резистор, може використовуватися як індикатор роботи пристрою.

Навколо кварцового резонатора розміщені конденсатори, що формують правильний сигнал генерації. Конденсатори по живленню (так звані розв'язуючі) також присутні біля багатьох мікросхем і контактів

					<i>КПТР.210180.01.11 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56

живлення — вони зменшують електричні шуми й покращують стабільність роботи.

У правій частині схеми підключено три сенсори. Перший із них — фоторезистор, який утворює резистивний подільник напруги. Така схема дозволяє ESP32 [19] зчитувати рівень освітленості через аналоговий вхід: коли на фоторезистор падає світло, його опір зменшується, і змінюється напруга на вході контролера. Другий сенсор — DS18B20 [20] — це цифровий датчик температури, який використовує інтерфейс 1-Wire. Для його коректної роботи необхідний підтягувальний резистор, який є на схемі. Третій — DHT11 [21], що вимірює як температуру, так і вологість, і передає дані через цифровий пін ESP32. Він також має підтягувальний резистор для стабільності сигналу.

3.3 Розрахунки підключення пристроїв

Для надійної роботи релейних модулів необхідно врахувати основні параметри живлення та керування.

Струм керування реле. Релейні модулі мають індуктивне навантаження з середнім струмом споживання:

$$I_{\text{кер}} = 20 \text{ мА} , \quad (3.1)$$

Максимальна кількість реле: 4.

Загальний струм, необхідний від пінів ESP32:

$$I_{\text{заг}} = 4 \times 20 \text{ мА} = 80 \text{ мА} , \quad (3.2)$$

ESP32 не рекомендується навантажувати більш ніж 12 мА на пін — тому реле не підключаються безпосередньо, а через NPN-транзистори або вбудовану оптоізоляцію релейного модуля.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Живлення модуля реле. Кожне реле комутує навантаження 220 В (LED, насос, обігрів, витяжка) і споживає:

$$P_{\text{реле}} = U_{\text{реле}} \cdot I_{\text{кер}} = 5 \text{ В} \cdot 0,02 \text{ А} = 0,1 \text{ Вт} , (3.3)$$

Для 4 реле:

$$P_{\text{система}} = 0,4 \text{ Вт} , (3.4)$$

Блок живлення повинен мати запас мінімум 1 Вт на реле-модулі + живлення ESP32 (пік ~250 мА). Отже, мінімальний рекомендований блок живлення:

$$U_{\text{вх}} = 5 \text{ В}, \quad I_{\text{вх}} \geq 1 \text{ А} , (3.5)$$

Резистори підтягування. Для сенсора DS18B20, який працює по шині 1-Wire, використовується підтягуючий резистор:

$$R_{\text{pull-up}} = 4,7 \text{ кОм} , (3.6)$$

Цей резистор підключається між лінією даних і живленням (3,3 В) для забезпечення коректної логіки рівнів сигналу.

Розрахунок для фоторезистора. Фоторезистор працює в схемі подільника напруги:

$$V_{\text{вих}} = V_{\text{св}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} , (3.7)$$

Де R_1 — фоторезистор (змінюється від 1 кОм до 100 кОм); R_2 — фіксований резистор, рекомендовано 10 кОм.

Для яскравого освітлення $R_1=1\text{кОм}$, тоді:

$$V_{\text{вих}} \approx 3,3 \text{ В} \cdot \frac{10}{1 + 10} \approx 3 \text{ В} , (3.8)$$

Для темряви $R_1=100\text{кОм}$:

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$V_{\text{вих}} \approx 3,3 \text{ В} \cdot \frac{10}{100 + 10} \approx 0,3 \text{ В} \quad , (3.9)$$

Таким чином, аналоговий пін ESP32 зчитує напругу у діапазоні 0,3–3 В, яку можна масштабувати програмно.

У третьому розділі було розроблено та обґрунтовано структурну схему автономної IoT-системи підтримки життєдіяльності басейну. Проведено підбір основних апаратних компонентів системи, зокрема контролера ESP32, сенсорів температури води (DS18B20), температури та вологості повітря (DHT11), сенсора освітленості, а також виконавчих пристроїв — насосів, реле керування підігрівом води, вентиляцією та освітленням.

Розроблено схеми підключення сенсорів та виконавчих механізмів до мікроконтролера, враховано особливості електроживлення, використано реле для забезпечення електробезпеки системи. Визначено оптимальні робочі параметри сенсорів і реле, що дозволило здійснити розрахунок споживаної потужності системи та обґрунтувати вибір блоку живлення.

Розроблено структурну схему, яка забезпечує стабільний збір і обробку інформації з сенсорів та надійне керування виконавчими механізмами у складі системи. Запропоноване рішення дозволяє створити гнучку та масштабовану IoT-систему для автоматизованого керування басейном, із можливістю подальшого розширення функціоналу та інтеграції з іншими компонентами.

ВИСНОВКИ

У цьому кваліфікаційному проєкті вдалося створити автономну IoT-систему для керування басейном, яка дозволяє автоматизувати всі основні процеси — від підтримання температури води й мікроклімату до управління насосами, вентиляцією та освітленням. Особливий акцент зроблено на тому, щоб користувач міг контролювати басейн дистанційно, без необхідності постійно перебувати поруч, використовуючи звичайний мобільний застосунок.

У ході виконання роботи проведено детальний аналіз сучасних підходів до автоматизації басейнів, досліджено актуальні проблеми експлуатації та визначено оптимальну структуру системи на базі технологій Інтернету речей. Для реалізації було обрано апаратну платформу ESP32, яка забезпечує високу продуктивність при низькому енергоспоживанні, а також хмарний сервіс Blynk IoT, що дозволяє організувати зручний та гнучкий інтерфейс управління.

Під час проєктування системи розроблено структурну схему, підібрано оптимальні сенсорні елементи — для контролю температури води, температури та вологості повітря, освітленості. Спроєктовано схеми підключення та алгоритми керування для виконавчих механізмів — насосів, вентиляції, підігріву та освітлення. Було враховано вимоги до енергоефективності, електробезпеки й стабільності роботи системи.

У результаті практичної реалізації та тестування створений прототип системи підтвердив свою працездатність. Випробування показали, що рішення забезпечує стабільний моніторинг і управління параметрами басейну в реальному часі, а мобільний додаток дає змогу користувачу оперативно отримувати інформацію про стан системи й управляти нею на відстані. Гнучкість обраної архітектури дозволяє легко адаптувати систему під конкретні потреби користувача та масштабувати її при потребі.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Важливо, що запропоноване рішення базується на доступних компонентах і відкритих програмних платформах, що робить його економічно привабливим для практичного використання як у приватному секторі (домашні басейни), так і для невеликих комерційних об'єктів.

Отримані результати демонструють, що застосування IoT-технологій для автоматизації басейнів є перспективним напрямом, що дозволяє підвищити рівень комфорту, безпеки та ефективності експлуатації інженерних систем, а також відкриває нові можливості для створення інтелектуальних рішень у цій сфері.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Баран В.С. Основи мікропроцесорної техніки: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка» / В.С.Баран, Г.Г.Власюк, Ю.О.Оникієнко, О.І.Смоленська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. –140 с.
2. Глухов О.В. Вивчення властивостей мікроконтролерів і електронних систем на базі платформи Ардуіно/ Глухов О.В., Кравчук О.О., Левченко Є.В.// навч. посібник для студентів ВНЗ. Харків: ХНУРЕ, 2019. – 192 с
3. Денисюк В.О. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб./ В.О.Денисюк, С.М.Цирульник; Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.
4. Жураковський Б. Ю. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізація «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с.
5. Пулеко І.В. Архітектура та технології Інтернету речей: навч. посіб. / І.В. Пулеко, А.А. Єфіменко. – Електронні дані. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. – 234 с.
6. Сагун А. В. Розробка програмних модулів для обміну даними у промислових мережах: [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладачі: А. В. Сагун, В. В. Хайдуров, І. А. Поліщук; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 103 с.
7. Тарарака В. Д. Архітектура комп'ютерних систем: навч. посібник. Житомир : ЖДТУ, 2018. 383 с.

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

8. Тищенко К. В. Програмування систем збору і аналізу даних / К. В. Тищенко, О. П. Ткач. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 168 с
9. Цирульник С. М. Програмування мікроконтролерів AVR : [навчальний посібник] / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с.
10. Швачич Г.Г. Алгоритмізація у прикладах та завданнях/ Швачич Г.Г., Гуляєва О.А., Оржех О.І. // Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2010. – 44с.
11. Яворський Н. Б. Лабораторний практикум з дисципліни “Алгоритмізація та програмування”: навчальний посібник / Н. Б. Яворський, У. Б. Марікуца, М. І. Андрійчук, І. В. Фармага – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 191 с.
12. Bin Li, IOP Conference Series. Materials Science and Engineering/ Li, Bin; Wang, Gaofei; Yao, Jun. //Bristol Vol. 569, Iss. 4, (Jul 2019). DOI:10.1088/1757-899X/569/4/042026
13. Kshirsagar Mayuri. Smart Car Washing Center using IoT Based/ Mayuri Kshirsagar, Karishma Inamdar, Anil Shinde, Prof. M. N. Kadam// International Journal for Scientific Research & Development. Vol. 7, Issue 02, 2019. Pp.2060-2064.
14. INTERNET OF THINGS: ПЛЮСИ І МІНУСИ. Доступ до ресурсу: <https://www.technocrats.com.ua/internet-things-plyusy-minusy.html>
15. ЩО ТАКЕ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ І ЧОМУ ЦЕ ВАЖЛИВО? Доступ до ресурсу: <https://mikrotik.kpi.ua/index.php/courses-list/iot/79-what-is-the-internet-of-things-and-why-is-it-important>
16. Інтернет Речей. Доступ до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтернет_речей
17. ESP32 Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom->

					КПТР.210180.01.11 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

32_datasheet_en.pdf

18. Цифровий датчик температури Sensor DS18B20 [Електронний ресурс].
– Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1942-cifrovoi-datchik-temperatyri-sensor-ds18b20-dlya-sonoff-th10-th16>
19. Датчик вологості та температури DHT11 [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: <https://arduino.ua/prod185-datchik-vlajnosti-i-temperatyri-dht11>
20. Датчик вологи [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://arduino.ua/prod562-datchik-dojdya-vlagi-snega>
21. Датчик рівня рідини [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://co-di.com.ua/ua/p544866125-poplavkovyj-vyklyuchatel-utkonos.html>
22. Переклад документації Blynk українською [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: <https://shoorik007.github.io>
23. Blynk IoT швидкий старт [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://oxorona.com/blynk-esp8266/>
24. OLED дисплей 0.91 "I2C 128x32 [Електронний ресурс]. – Режим
доступу: <https://arduino.ua/prod1794-oled-displei-modyl-0-91-i2c-128x32-golyboi>
25. 4-х канальний модуль реле 5В 10А з опторозв'язкою [Електронний
ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod206-4-h-kanalnii-modyl-rele-5v-10a>
26. LP38513-ADJ Fast-Transient Response Low-Dropout Voltage Regulator
[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lp38513-adj.pdf>

					<i>КПТР.210180.01.11 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

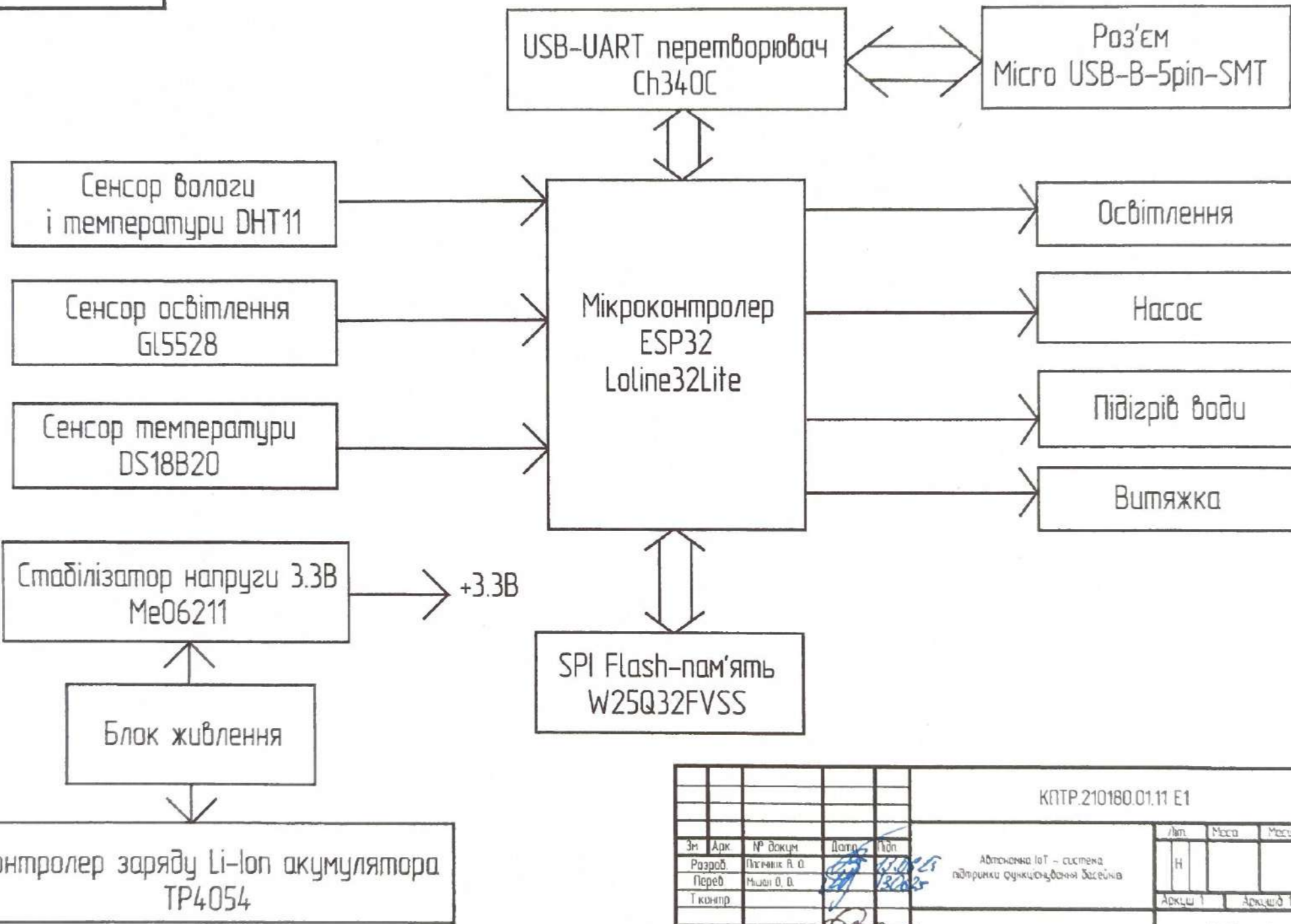
Позиц. познач.	Найменування	Кіл.	Замітки
	Кварцові резонатори		
BQ1	JY40.000MHz 4.000 МГц YJE (Jiangsu Jingyang)	1	
	Конденсатори		
C1,C3,C4,C12,C21,C24	1 мкФ ±10% 10В 0805 Yageo	6	
C2,C5,C7,C8	10 мкФ ±10% 10В 0805 Yageo	1	
C9,C10	15 нФ ±10% 10В 0805 Yageo		
C11	3 нФ ±10% 10В 0805 Yageo	7	
C15,C17,C18	100 нФ ±10% 10В 0805 Yageo		
C13,C14	270 нФ ±10% 10В 0805 Yageo	7	
C22,C23,C26,C27	100 нФ ±10% 10В 0805 Yageo	2	
C6	5,6 нФ ±10% 10В 0805 Yageo	1	
C16,C19,C20	10 мкФ ±10% 10В 0805 Yageo	1	
C25	100 нФ ±10% 10В 0805 Yageo	2	
	Мікросхеми		
DA1	Me6211 Nanjing Micro One Electronics Inc. (MICRONE)	1	
DA2	TP4054 NanJing Top Power ASIC Corp (Top)	1	
DA3,DA4,DA5,DA6	Модуль реле 1-канальний 5V	4	
DD1	ESP32 Lolin32 Lite WEMOS	1	
DD2	Ch340C Nanjing Qinheng Microelectronics Co., Ltd.	1	
DD3	Ds18B20 Analog Devices, Inc.	1	
DD4	DHT11 Humidity Sensor	1	
DD5	GL5528 Light-Dependent Resistor (LDR)	1	
	Реле		
K1, K2, K3, K4	HIR-3FF-12VDC-S-Z HONGFA		

КПТР.210180.01.11 ПЕЗ

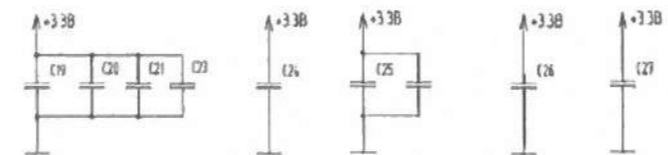
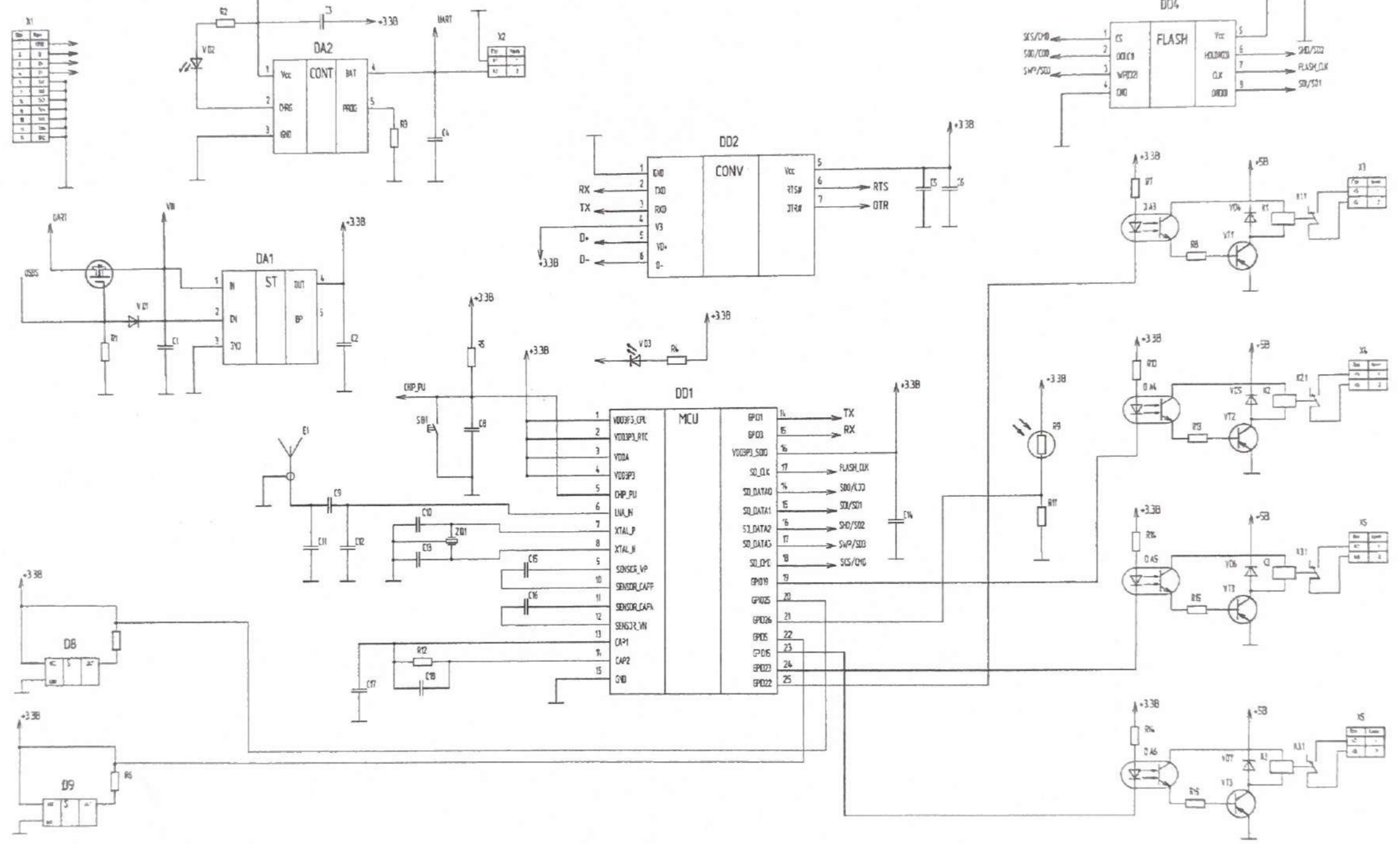
Зм.	Аркуш	№ документу	Підпис	Дата
Розроб		Пасічник В.О.		15.06.25
Керівник		Мішан В.В.		13.06.25
Консульт				
Н.контр		Стецюк В.І.		16.06.25
Зоб.коф		Підченко С.К.		16.06.25

Автономна IoT – система
підтримки функціонування
басейнів
Перелік елементів

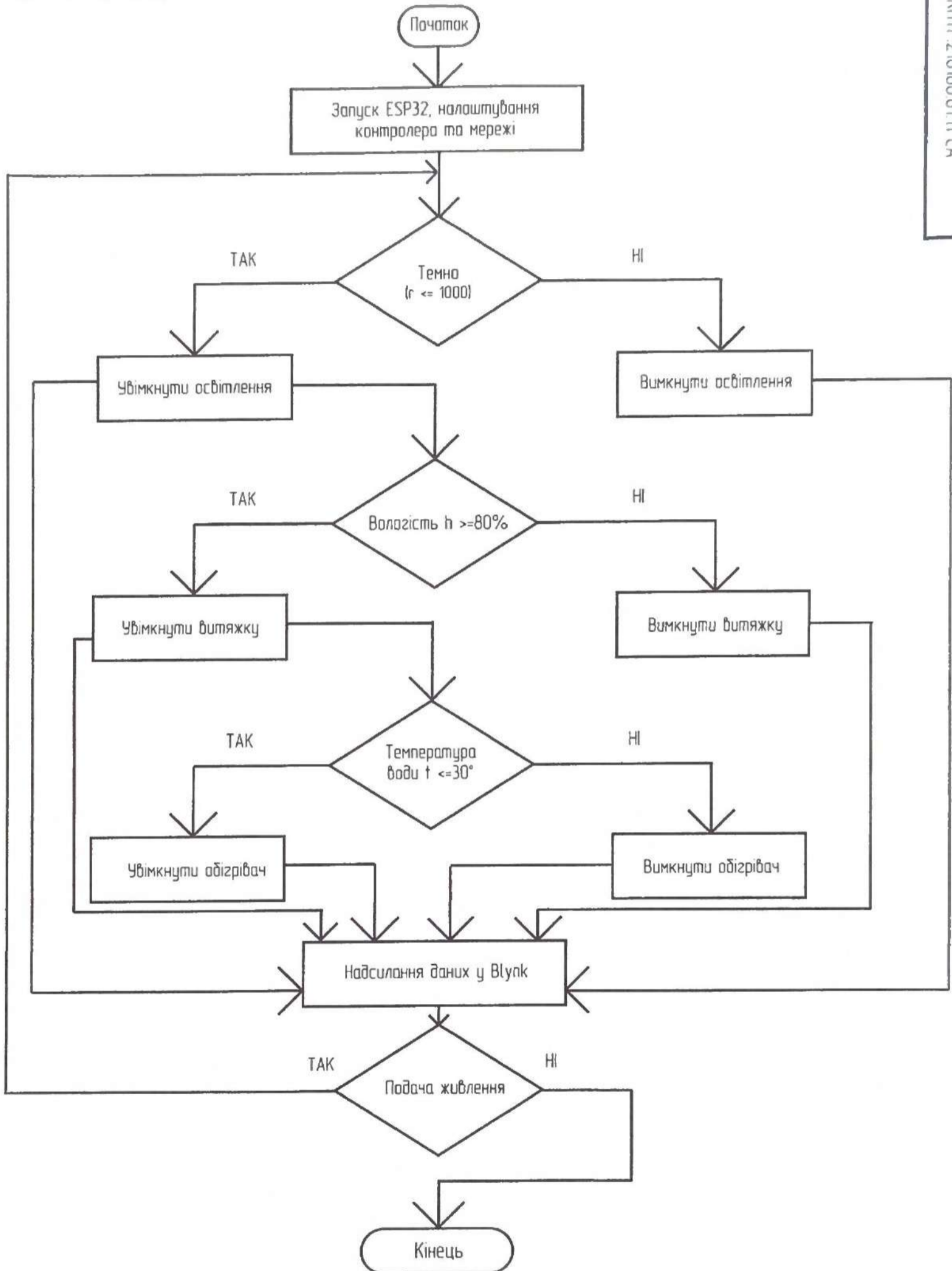
Л/п	Аркуш	Аркушів
	1	2
ХНУ, ФІТ		



					КПТР.210180.01.11 E1			
Зм.	Арж.	№ докум.	Дата	Підп.	Адміністрація IoT – система підтримки функціонування Засейма	Лист	Маса	Масштаб
Розроб		Пісменик В. О.	14.08.23	[Signature]		Н		
Перев.		Мішал О. В.	13.08.23	[Signature]		Аркци 1		Аркцид 1
Т.контр.								
І.контр.		Стецюк ВІ	12.08	[Signature]	Схема електрична структурна	ХНУ, ФІТ		
Зорб.		Підчужа Г.К.						



КІПТ.210180.01.11 Е3					Лист	Масо	Масшт
Зні	Арк	№ докум	Лист	Вид	Автоматична IoT - система підтримки функціонування засади	H	
Розроб	Милан В. В.	Милан В. В.					
Т.контр							
Н.контр	Ступцюк В.І.				Арк. 1	Арк. 1	
Зроб	Підченко С.К.				ХНУ, ФІТ		



					КПТР.210180.01.11 СА			
Зм	Арк	№ докум	Дата	Підп	Автоматична IoT - система підтримки функціонування досвід	Лт	Маса	Месит
Розроб		Познач В В	<i>23.08.25</i>	<i>Роб</i>		Н		
Переб		Мішні ВВ	<i>2025</i>			Аркциб 1		Аркциб 1
Тконтр								
Нконтр		Стецюк ВІ	<i>25</i>	<i>23.08</i>	Схема алгоритму	ХНУ, ФІТ		
Затв		Піднява СК						

Anti-Plagiarism (UA) v-15.281 Educational

The maximum coincidence with one document 4.0%

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. Errors in the documents: 11%

ID: 244932 Title: Автономна IoT - система підтримки функціонування басейнів Added in a DB: 2025-06-11 Authors: Пасічник Владислав Олегович Heads: Мішан Віктор Володимирович Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	73519	1206	4751 (6%)	69 (6%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes



Протокол аналізу звіту подібності експертом

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Владислав ПАСІЧНИК

Співавтор:

Назва: Автономна IoT - система підтримки функціонування басейнів

Експерт: Віктор МІШАН, к.т.н., доц

Підрозділ: Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Коефіцієнт подібності 1:11.1%

Коефіцієнт подібності 2:4.6%

Мікропробіли: 0

Заміна букв: 5

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2025-06-11 20:18:02.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

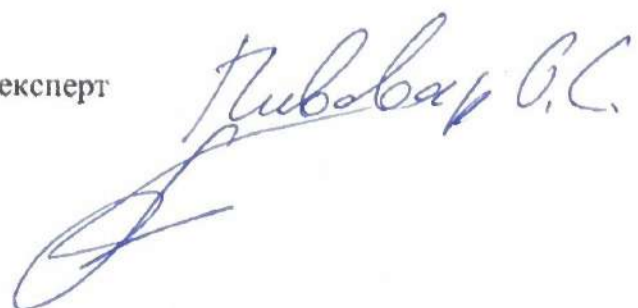
Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедур. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

Дата 11.06.25

експерт



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

Дипломник: Пасічник Владислав Олегович

Тема роботи: Автономна IoT - система підтримки функціонування басейнів

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Обсяг кваліфікаційного проекту

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 64

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень в результаті виконаного наукового дослідження Кваліфікаційний проект присвячено розробці автономної IoT-системи для підтримки функціонування басейнів. У роботі здійснено аналіз сучасних технологій Інтернету речей, досліджено наявні рішення для автоматичного контролю параметрів води та підтримки оптимальних умов експлуатації. Обґрунтовано вибір апаратних та програмних засобів реалізації системи, включно з сенсорами, мікроконтролером, бездротовими інтерфейсами та елементами живлення. Розроблено структурну і функціональну схеми системи, виконано моделювання системи на базі програмних платформ, таких як Blynk. Робота передбачає автоматичне керування на основі даних із сенсорів, що забезпечує підвищення енергоефективності, зменшення втручання з боку користувача та покращення експлуатаційних характеристик басейну.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Кваліфікаційний проект відповідає виданому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки та техніки і передових методів роботи: Кваліфікаційний проект виконаний на високому науково-технічному рівні з використанням сучасних досягнень у сфері Інтернету речей, автоматизації, цифрового керування та сенсорних технологій. У вступній частині обґрунтовано актуальність обраної теми. У теоретичному розділі представлено глибокий огляд існуючих рішень, обґрунтовано доцільність вибору апаратної платформи. Проектна частина містить детальні розрахунки параметрів системи, опис архітектури та вибір оптимальних технічних компонентів. У розділі моделювання використано сучасні середовища програмування та візуалізації IoT-даних. У роботі використано інформативні графічні матеріали та програмну реалізацію, яка має перспективи подальшого вдосконалення. Усі етапи виконані послідовно, з дотриманням технічних вимог, із застосуванням передових методів розробки електронних пристроїв.

4. Позитивні сторони роботи: Проект присвячено практично важливій темі — впровадженню Інтернету речей у сферу обслуговування інфраструктурних об'єктів, зокрема автоматизації процесів керування басейнами з метою підвищення енергоефективності, зручності обслуговування та безпеки користувачів. У роботі продемонстровано здатність автора ефективно поєднувати апаратні компоненти та програмні інструменти для створення автономної системи моніторингу й управління параметрами басейну. Варто відзначити впровадження елементів цифрового контролю, що відповідає актуальним технологічним трендам у сфері автоматизованих систем. Робота має практичну цінність і може бути використана для подальших розробок у галузі автоматизації процесів керування об'єктами.

5. Негативні сторони роботи: Робота в цілому виконана на достатньо високому рівні. Серед зауважень можна зазначити недостатню глибину експериментальної частини — в роботі представлено результати тестування в умовах моделювання, однак реальні випробування в умовах об'єкта експлуатації могли б суттєво доповнити практичну частину дослідження. Також доцільним було б провести аналіз економічної ефективності системи в порівнянні з традиційними методами обслуговування басейнів.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Графічна частина оформлена відповідно до вимог. Пояснювальна записка містить повний і структурований опис усіх етапів розробки системи.

7. Відгук про роботу в цілому: Дипломна робота має чітку структуру, логічну послідовність викладення матеріалу та демонструє здатність здобувача до комплексного вирішення інженерного завдання в сучасній галузі IoT. У проекті вдало поєднано теоретичну базу та практичну реалізацію. Результати проекту є обґрунтованими, мають практичну значущість та відповідають кваліфікаційному рівню бакалавра.

8. Інші зауваження: немає.

9. Оцінка дипломної роботи: Кваліфікаційний проєкт відповідає встановленим вимогам і заслуговує оцінки відмінно (5.00/А), а її автору Пасічнику Владиславу, присвоєння кваліфікації бакалавра зі спеціальності «Телекомунікації та радіотехніка».

10. Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи) Марченко В.В.

Зав. кат. АІІТІР ХІУ

«16» червня 2025р.


підпис

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Пасічник Владислав Олегович на захист дипломного проєкту (роботи)
(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 172 - Телекомунікації та радіотехніка

На тему: Автономна IoT - система підтримки функціонування басейнів

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету



Тетяна Тодруцька
(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Пасічник В. О. за період навчання на факультеті інформаційних технологій з 2021 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за: національною шкалою: відмінно 73,91 %, добре 21,74 %, задовільно 4,35 %. шкалою ЄКТС: А 58,14 %, В 16,28 %, С 11,63 %, D 4,65 %, E 9,30 %.

Методист факультету

Тетяна Косенко
(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент

Пасічник Владислав Олегович виконав кваліфікаційний проєкт за темою „Автономна IoT-система підтримки функціонування басейнів“. В ході виконання проєкту розглянуті особливості роботи автономної системи в загальній телекомунікаційній мережі. Розроблено програмне забезпечення роботи мікроконтролера. Студент Пасічник Владислав Олегович проявив себе умотивованим і кваліфікованим здобувачем,

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

робота виконана на високому рівні
оцінка „відмінно“

Керівник дипломного проєкту

(підпис)

(ім'я, прізвище)

Віктор Мислан
"08" червня 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Пасічник В. О. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

М.І.Т.

(назва)

(підпис, ім'я, прізвище)

С.К. Тірюченко
"09" 06 2025 р.

Відгук на кваліфікаційний проєкт виконану за темою
«Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів»
студента гр. TP2-21-1 Пасічника В. О.

Тема проєкту є актуальною з огляду на широке впровадження технологій Інтернету речей (IoT) у побутову та промислову автоматизацію, зокрема у сфері управління інженерними системами та підвищення енергоефективності.

У пояснювальній записці проведено всебічний аналітичний огляд технологій IoT, наведено обґрунтування вибору архітектури системи на базі мікроконтролера ESP32 та хмарної платформи Blynk. Робота містить структурну та принципову електричну схеми, алгоритм роботи системи, опис функціонування основних модулів і сенсорів, а також приклади фрагментів програмного коду.

Розроблена система забезпечує автоматичне та ручне керування такими елементами басейну, як підігрів води, насос, освітлення, вентиляція. Завдяки мобільному застосунку Blynk користувач може здійснювати моніторинг та керування в режимі реального часу. Окрему увагу приділено енергоефективності, безпеці та масштабованості системи.

У процесі виконання роботи студент Пасічник В. О. зарекомендував себе як відповідальний та технічно підготовлений фахівець, здатний до самостійного вирішення інженерних задач, роботи з апаратними платформами та розробки сучасних IoT-систем.

Кваліфікаційний проєкт виконано на високому технічному рівні, має значну практичну цінність і відповідає вимогам освітнього стандарту бакалавра. Студент Пасічник В. О. заслуговує оцінки «**відмінно**».

Керівник:
канд. техн. наук, доц.



Мішан В.В.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ

КАФЕДРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи: Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів

Автор: Пасічник Владислав Олегович

Освітня програма Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Керівник кваліфікаційного проекту: канд. техн. наук, доцент Мішан Віктор Володимирович

На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т.ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмним засобом(ами) комісія зробила такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Ознаки академічного плагіату	
1.1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	+
1.2	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
1.3	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
1.4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
2	Інші види порушень академічної доброчесності	

Підтвердження:

Виявлені запозичення не є плагіатом так як розміщені у розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження (є власні терміни, визначення тощо), коефіцієнти подібності складають 11,1% та 4,6%, а також мають посилання на приведений список літературних джерел.

11 червня 2025 р.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи


 Підпис

 Підпис

 Підпис

Сергій ПІДЧЕНКО

Віктор СТЕЦЮК

Віктор МІШАН

Завідувачу кафедри телекомунікацій,
медійних та інтелектуальних технологій
д.т.н., професору ПІДЧЕНКУ Сергію
здобувача вищої освіти
ПАСІЧНИКА Владислава
ФІТ, гр. ТР2-21-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту і застосування заходів академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання спеціалізованих програмних засобів (СПЗ) StrikePlagiarism та Anti-Plagiarism для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність академічного плагіату оповіщений (а). Надаю університету право на передачу мого кваліфікаційного проєкту для обробки та збереження в базах даних СПЗ і використання роботи для виявлення академічного плагіату в інших роботах, які перевіряються СПЗ.

Також надаю свою згоду на обробку й збереження університетом мого кваліфікаційного проєкту «Автономна IoT – система підтримки функціонування басейнів» в Інституційному репозитарії Хмельницького національного університету.

Робота надається для перевірки в електронному варіанті. Електронна версія мого кваліфікаційного проєкту збігається (ідентична) з друкованою.

29 травня 2025 р.
дата


підпис