

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

*бакалавр*

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютеризована система контролю протікання води

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи СІзс-42

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

*Зозуля Т.Ю.*

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

*Паламар А.М.*

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

*Тиш Є.В.*

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

*Осухівська Г.М.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Зозулі Тарасу Юрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система контролю протікання води

Керівник роботи Паламар Андрій Михайлович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «16» травня 2023 року № 4/7-556

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ

1. Аналіз технічного завдання

2. Проектна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

Висновки

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

1. Структурна схема системи контролю протікання води

2. Функціональна схема модуля керування

3. Схема електрична принципова

4. Блок-схема алгоритму роботи програми



## АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система контролю протікання води // Кваліфікаційна робота бакалавра // Зозуля Тарас Юрійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІзс-42 // Тернопіль, 2023 // с. – 72, рис. – 26, табл. – 4, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 25.

Ключові слова: КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА, ДАВАЧ, ПРОТІКАННЯ ВОДИ, МІКРОКОНТРОЛЕР, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи, яка дозволяє здійснювати контроль за процесом водопостачання, виявлення та запобігання виникненню аварійних ситуацій. В результаті огляду та аналізу сучасних комп'ютеризованих засобів для контролю протікання води показано, що одним з найперспективніших напрямків є розробка системи з використанням безпроводних технологій передачі даних. Розроблено функціональну та структурну схему системи контролю протікання води. Описується процес розробки схеми електричної принципової керуючого модуля для системи контролю протікання води. Здійснюється обґрунтування вибору елементної бази. Приведений опис та позначення обраних елементів, пояснюється принцип їх функціонування та особливості підключення до схеми. Приведений алгоритм роботи програми для системи та розроблене програмне забезпечення.

## ANNOTATION

Computerized water flow control system // Bachelor thesis // Zozulia Taras // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CIzs-42 // Ternopil, 2023 // p. – 72, fig. – 26, table. – 4, sheets A1 – 4, ref. – 25.

Key words: COMPUTERIZED SYSTEM, SENSOR, WATER FLOW, MICROCONTROLLER, SOFTWARE.

The qualification work is dedicated to the development of a system that allows for the control of the water supply process, detection, and prevention of emergency situations. Through the review and analysis of modern computerized tools for water leakage control, it has been shown that one of the most promising directions is the development of a system using wireless data transmission technologies. The functional and structural diagram of the water leakage control system is developed. The process of developing the electrical schematic of the control module for water leakage control system is described. The justification for the selection of the component base is provided. The description and designation of the selected elements are presented, explaining the principle of their operation and the peculiarities of their connection to the schematic. The algorithm of the system's program operation and the developed software are provided.

## ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ .....	10
1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи .....	10
1.2 Аналіз можливих рішень поставленого завдання .....	11
1.2.1 Порівняльний аналіз різних типів систем для запобігання протіканню води .....	12
1.2.2 Системи захисту від протікання води з детекторами вологи .....	13
1.3 Огляд існуючих систем.....	14
1.3.1 Система Ajax LeaksProtect для запобігання затопленню .....	14
1.3.2 Система запобігання потоку Tervix Water Stop.....	15
1.3.3 Система Neptun Aquascontrol для запобігання протіканню води .....	16
1.3.4 Результати порівняльного аналізу.....	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА .....	19
2.1 Розробка узагальненої структури комп'ютеризованої системи контролю протікання води.....	19
2.2 Розробка апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи контролю протікання води.....	22
2.2.1 Опис платформи Arduino Nano.....	22
2.2.2 Опис GSM модуля SIM800C.....	26
2.2.3 Опис датчика протікання води .....	28
2.2.4 Опис магнітного електричного клапана.....	30
2.2.5 Опис п'єзодинаміка .....	32
2.2.6 Опис модуля реле .....	33
2.2.7 Опис модуля живлення .....	33
2.3 Опис електричної принципової схеми керуючого модуля системи .....	34

					<b>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Зозуля Т.Ю.			<i>Комп'ютеризована система контролю протікання води</i>	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Паламар А.М.				5	77	
Рецензент						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІЗс-42</i>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА .....	36
3.1 Розробка алгоритму роботи системи контролю протікання води .....	36
3.2 Налаштування середовища для розробки ПЗ .....	39
3.2.1 Обґрунтування вибору програмного середовища для розробки проектованої системи.....	39
3.2.2 Встановлення зовнішніх бібліотек .....	40
3.3 Розробка програмного забезпечення для мікроконтролера .....	41
3.3.1 Оголошення бібліотек, визначення змінних та констант.....	41
3.3.2 Опис коду функції setup .....	43
3.3.3 Опис коду функції loop .....	44
3.4 Тестування системи.....	46
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	48
4.1 Надзвичайні ситуації: визначення, причини, класифікація .....	48
4.2 Організація служби охорони праці на підприємстві .....	52
ВИСНОВКИ .....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	56
Додаток А Технічне завдання.....	60
Додаток Б Перелік елементів .....	69
Додаток В Лістинг програми.....	70

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

IoT – Internet of Things;

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

БЖ – блок живлення;

КС – комп'ютеризована система;

МК – мікроконтролер;

НС – надзвичайна ситуація;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

СКПВ – система контролю протікання води;

ТЗ – технічне завдання.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

У сучасному світі зростає потреба у створенні систем, які можуть вчасно реагувати на різноманітні аварійні та надзвичайні ситуації. Однією з найпоширеніших небезпек є затоплення приміщень, що може стати наслідком протікання води. У 2020 році, випадки затоплень стали причиною понад 250 тисяч страхових виплат, на загальну суму понад 9 мільярдів доларів [1].

За даними Мінрегіон України, внаслідок проривів водопровідних труб у 2020 році було зафіксовано понад 30 тисяч випадків затоплень нежитлових та житлових приміщень. У 2019 році кількість таких випадків склала понад 27 тисяч. Ці цифри є досить високими та свідчать про актуальність проблеми, яка стосується ризику затоплення приміщень. Виникає потреба у впровадженні ефективних рішень для попередження проривів водопровідних труб та мінімізації можливих наслідків затоплення. Саме тому, розробка комп'ютеризованої системи контролю протікання води і запобігання затопленню в приміщенні є актуальною задачею, яка потребує розгляду та вирішення.

Метою даної кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка і реалізація комп'ютеризованої системи, яка буде здатна вчасно виявляти місця протікання води та автоматично приймати рішення щодо запобігання затопленню приміщення. У цій роботі будуть розглянуті ключові аспекти розробки комп'ютеризованої системи для запобігання протіканню води, включаючи аналіз існуючих рішень, проектування апаратної та програмної частини, тестування та оцінку результатів роботи системи.

Для досягнення мети були поставлені такі задачі:

- виконати аналіз існуючих систем і виявити їх переваги та недоліки;
- розробити апаратну частину системи, що передбачає синтез структурної схеми та розробку схеми електричної принципової;
- розробити алгоритм роботи комп'ютеризованої системи для запобігання затопленню в приміщенні;

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- написати програмне забезпечення для реалізації цього алгоритму, яке буде працювати на мікроконтролері;
- провести тестування системи на реальних об'єктах з метою визначення її працездатності та ефективності.

					<i>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

В цьому розділі кваліфікаційної роботи виконано аналіз вимог до комп'ютеризованої системи контролю протікання води (СКПВ) в приміщенні. Виконано критичний аналіз та огляд аналогів таких систем, які присутні на ринку. Виявлено їх сильні і слабкі сторони.

### 1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи

Розробка нової СКПВ стає необхідною, оскільки наявні системи мають свої обмеження та недоліки. Для покращення захисту від протікання необхідно розробити систему, яка б мала високу надійність, швидкість реакції та чутливість. Комп'ютеризована СКПВ повинна відповідати певним вимогам, які забезпечать її ефективну роботу. Відповідно до технічного завдання основними вимогами до такої системи є:

- надійність та безпека: система має бути надійною та безпечною для користування, а також відповідати стандартам електричної безпеки;
- швидкість реакції: система повинна оперативно реагувати на будь-які випадки протікання води і інші витіки, що дозволить запобігти можливим наслідкам;
- чутливість: система повинна мати високу чутливість та точність, що дозволить виявити навіть найменші випадки протікання та витіки води;
- простота в управлінні та налаштуванні: система повинна мати простий та зрозумілий інтерфейс користувача, а також легко налаштовуватись та управлятись;
- економічність: система повинна бути ефективною та економічною, щоб забезпечити мінімальні витрати на її утримання та ремонт;

					<b>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Зозуля Т.Ю.			<b>Аналіз технічного завдання</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
Перевірів		Паламар А.М.					10	9
Рецензент						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

- гнучкість: система повинна бути гнучкою та здатною працювати з будь-якими типами давачів протікання і засобами для припинення водопостачання;
- можливість інтеграції: система повинна бути здатною інтегруватися з іншими засобами життєзабезпечення будинку, такими як системи виявлення диму та вогню;
- енергоефективність: система повинна бути енергоефективною, тобто споживати мінімальну кількість енергії для своєї роботи.

Враховуючи ці вимоги, розробка нової СКПВ повинна забезпечити надійний та оперативний моніторинг, бути легкою в управлінні та забезпечувати широкий спектр функціональності.

## 1.2 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

Для реалізації вимог, які сформульовані в технічному завданні, СКПВ повинна виконувати такі функції:

- виявлення випадків протікання води: для цього можуть використовуватись давачі, які реагують на витік води та надсилають сигнали про це до системи;
- попередження про випадки протікання: система повинна бути здатною вчасно сповіщати про факти витоку води, щоб користувачі могли вжити потрібні заходи для запобігання негативним наслідкам;
- відключення водопостачання: система повинна мати змогу автоматично відключати водопостачання в разі виникнення протікання;
- відстеження стану: система повинна отримувати та зберігати інформацію про стан давачів, виконавчих пристроїв, а також про стан системи загалом;
- моніторинг та аналіз даних: система має забезпечувати можливість моніторингу і збереження даних про факти протікання води;

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- керування системою: система повинна керувати компонентами, їхнім рівнем чутливості та іншими параметрами, щоб забезпечити максимальну надійність та ефективність;
- сповіщення: система повинна мати змогу сповіщати користувачів про стан системи, її роботу та надсилати повідомлення про будь-які неполадки або несправності;
- захист даних: система повинна забезпечувати захист та безпеку даних користувачів, які вона збирає та обробляє;
- інтеграція: СКПВ повинна мати можливість взаємодіяти з іншими системами, наприклад, з системами безпеки або управління будинком.

### 1.2.1 Порівняльний аналіз різних типів систем для запобігання протіканню води

Існує кілька типів СКПВ, які можна використовувати в приміщеннях.

Системи з давачами води – це найпростіший тип систем, принцип дії яких полягає у встановленні давачів на підлозі або в інших місцях, де може бути витік води. При контакті з водою давач відправляє сигнал на центральний блок, який повідомляє про протікання. Ці системи можуть бути досить надійними, але не завжди ефективними при великих протіканнях або віддалених місцях.

Системи з автоматичним відключенням подачі води – цей тип системи дозволяє автоматично відключати водопостачання у випадку виявлення протікання. Для цього встановлюється клапан, який контролює подачу води. При протіканні система автоматично відключає клапан, що забезпечує припинення подачі води і захист від затоплення. Ці системи можуть бути досить надійними, але вони можуть вимагати додаткових витрат на встановлення та обслуговування.

Системи з відеоспостереженням – цей тип системи забезпечує контроль за станом приміщення, включаючи контроль за протіканням води. Відеокамери встановлюються в приміщеннях та контролюють стан підлоги. При фіксації протікання система надсилає сповіщення або здійснює автоматичне відключення

					<i>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						12
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

подачі води. Цей тип системи може бути досить ефективним, але вимагає певних знань та навичок в монтажі та обслуговуванні відеокамер.

Системи з детекторами вологи дозволяють виявляти протікання води за допомогою спеціалізованих давачів. Вони є одними з найбільш поширених СКПВ.

### 1.2.2 Системи захисту від протікання води з детекторами вологи

Системи з детекторами вологи використовують давачі, які реагують на наявність вологи і спрацьовують при виявленні різкого підвищення рівня вологи на підлозі або в інших місцях, де вони розміщені.

Системи з детекторами вологи можуть бути провідними або бездротовими. Провідні системи складаються з давачів, які підключаються до контролера за допомогою провідників. Бездротові системи зазвичай використовують радіочастотну технологію для передачі сигналу від давача до контролера.

Системи з детекторами вологи можуть встановлюватись в різних місцях, таких як підлога, стіни, біля яких де може виникнути витік води. Деякі системи можуть виявляти не тільки вологу, але й інші параметри, які можуть свідчити про наявність витоку води.

Однією з переваг систем з детекторами вологи є їх простота у монтажі та використанні. Їх можна встановити в будь-якій кімнаті, де є ризик витоку води. Вони не потребують спеціальної підготовки або обладнання цих приміщень. Крім того, системи з детекторами вологи є відносно недорогими порівняно з іншими типами систем.

Однак системи з детекторами вологи мають свої обмеження. Вони можуть не виявляти протікання води у місцях, де давачі не встановлені, і не можуть запобігти протіканню води в цих випадках. Крім того, давачі можуть давати помилкові сигнали, які можуть призвести до хибних спрацювань.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Огляд існуючих систем

На сьогодні на ринку України представлений ряд систем, призначених для контролю за протіканням води. Проведемо огляд та аналіз їх можливостей.

#### 1.3.1 Система Ajax LeaksProtect для запобігання затопленню

Система Ajax LeaksProtect (рис. 1.1) застосовується для виявлення випадків витoku води і запобігання затопленню приміщень [3].



Рисунок 1.1 – Система Ajax LeaksProtect для запобігання затопленню

Для виявлення факту протікання води в цій системі використовуються датчі затоплення – вони розміщуються на підлозі або в низинних місцях приміщення та реагують на підвищення рівня води. Після того, як датч виявить затоплення, він безпосередньо повідомляє систему про це. Центральний блок – це основний компонент системи, який обробляє інформацію від датчів затоплення та приймає

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

рішення щодо виконання подальших дій. Автономний блок живлення забезпечує необхідний рівень живлення для системи в разі відключення від електромережі.

Система захисту Ajax LeaksProtect працює з використанням бездротових технологій, що робить її простою у встановленні та налаштуванні. Система має мобільний додаток, який дозволяє контролювати її стан та отримувати сповіщення про будь-які випадки протікання в реальному часі.

Недоліком розглянутої системи є висока ціна, у порівнянні з іншими подібними розробками, які представлені на ринку. Також, під час монтажу системи потрібно дотримуватися певних технічних вимог, що може зробити процес встановлення складним для некваліфікованих користувачів.

### 1.3.2 Система запобігання потоку Tervix Water Stop

Tervix Water Stop – це система запобігання затопленню (рис. 1.2), яка має кілька функціональних можливостей, що можуть допомогти у попередженні та зменшенні негативних наслідків потоку в приміщенні.

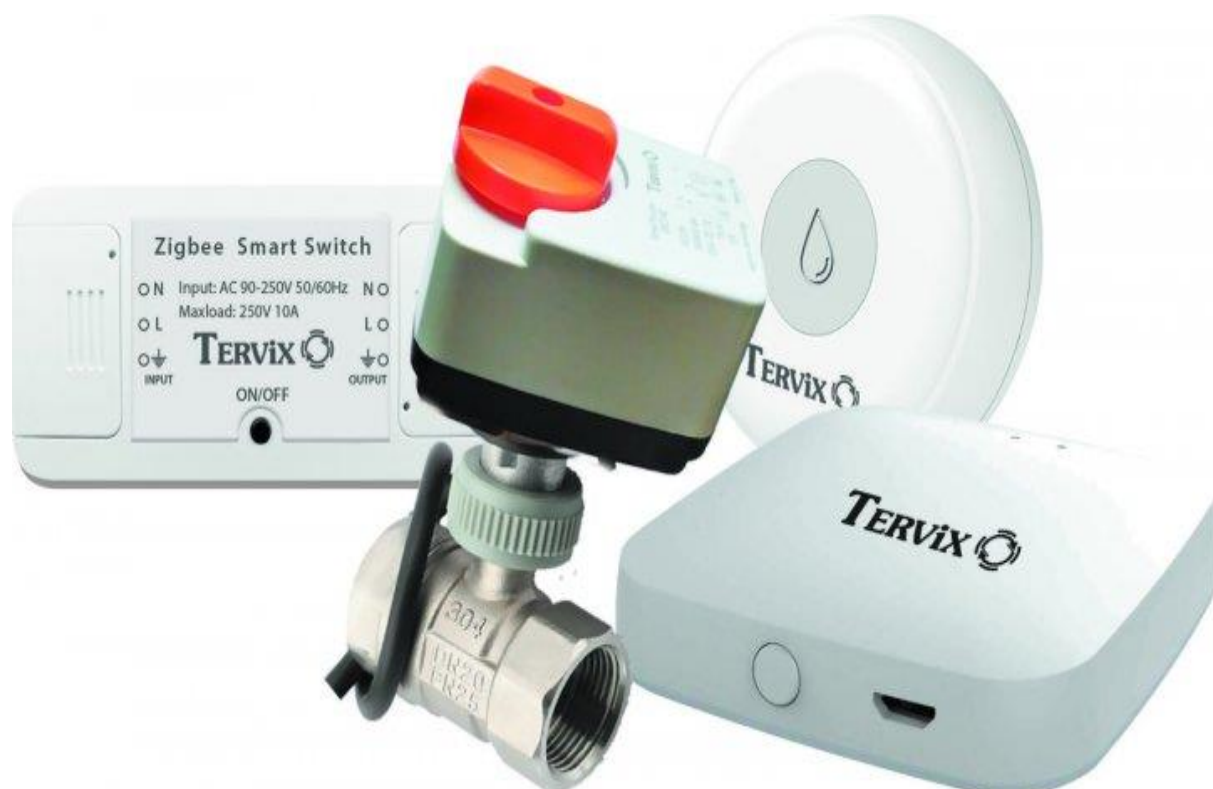


Рисунок 1.2 – Система запобігання затопленню Tervix Water Stop

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Основні можливості системи Tervix Water Stop включають в себе [4]:

- виявлення факту протікання води в приміщенні та відправлення повідомлення на мобільний телефон власника;
- автоматичне відключення водопостачання, що допомагає у запобіганні поширенню затоплення та мінімізує його наслідки;
- відключення електропостачання у зоні ризику затоплення приміщення, що допомагає у запобіганні пошкодженню електроприладів та знижує ризик виникнення пожежі.

Однак, серед недоліків можна виділити наступні:

- висока вартість – система Tervix Water Stop є досить дорогим варіантом захисту від затоплення порівняно з іншими рішеннями;
- залежність від електропостачання – система не може працювати без постійного живлення від електромережі, що може бути проблемою у разі припинення електропостачання;
- складність монтажу – встановлення системи Tervix Water Stop є складним процесом та потребувати професійної допомоги, що може підвищити вартість розгортання системи.

### 1.3.3 Система Neptun Aquacontrol для запобігання протіканню води

Neptun Aquacontrol – це система, яка пропонує комплексний підхід до вирішення проблеми затоплення приміщень (рис. 1.3) [5]. Система складається з сенсорів, які встановлюються на підлозі і моніторять наявність води в реальному часі. Якщо рівень води піднімається до певного рівня, система відразу ж спрацьовує і вмикає аварійне оповіщення.

Основні можливості системи Neptun Aquacontrol:

- сенсори виявляють протікання води в ранній стадії і спрацьовують, щоб запобігти поширенню води;
- система автоматично відключає водопостачання при виявленні протікання, що дозволяє зменшити ризик затоплення приміщення;

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- швидка реакція на виникнення проблеми, що дозволяє уникнути значних збитків від затоплення;
- можливість встановлення кількох сенсорів у різних місцях приміщення.



Рисунок 1.3 – Система Neptun Aquacontrol для запобігання протікання води

Одним з недоліків системи Neptun Aquacontrol є відсутність можливості контролювати рівень води з віддаленого місця за допомогою веб-інтерфейсу або мобільного додатку. Крім того, система не має можливості комунікувати з іншими додатковими сенсорами за допомогою бездротових інтерфейсів, що зменшує її гнучкість у вирішенні проблем з протіканням води в приміщенні.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

### 1.3.4 Результати порівняльного аналізу

Кожна з розглянутих систем має свої особливості. Зокрема, система Ajax Systems має зручний інтерфейс користувача та широкі можливості контролювання витоків води, проте має значний недолік – висока ціна та складність встановлення.

Система Tervix Water Stop дозволяє контролювати витік води з будь-яких джерел, включаючи прориви водопроводу, але вона не може працювати без постійного живлення від електромережі. Натомість, Neptun Aquascontrol є дуже надійною та простою у використанні системою, проте має суттєвий недолік у вигляді обмеженої функціональності та відсутності можливості комунікації з використанням бездротових інтерфейсів.

Отже, згідно з результатами порівняльного аналізу, очевидно є необхідність у розробленні нової СКПВ, яка б враховувала переваги кожної з розглянутих систем та мала б високу надійність та доступну ціну.

					<i>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

## РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розробка узагальненої структури комп'ютеризованої системи контролю протікання води

Узагальнена структура комп'ютеризованої системи контролю протікання води надає можливість ефективного виявлення протікання та прийняття відповідних заходів для запобігання затопленню. Вона комбінує різні блоки та пристрої для забезпечення надійного контролю та управління протіканням води у приміщенні. Узагальнена структурна схема комп'ютеризованої СКПВ зображена на рис. 2.1.

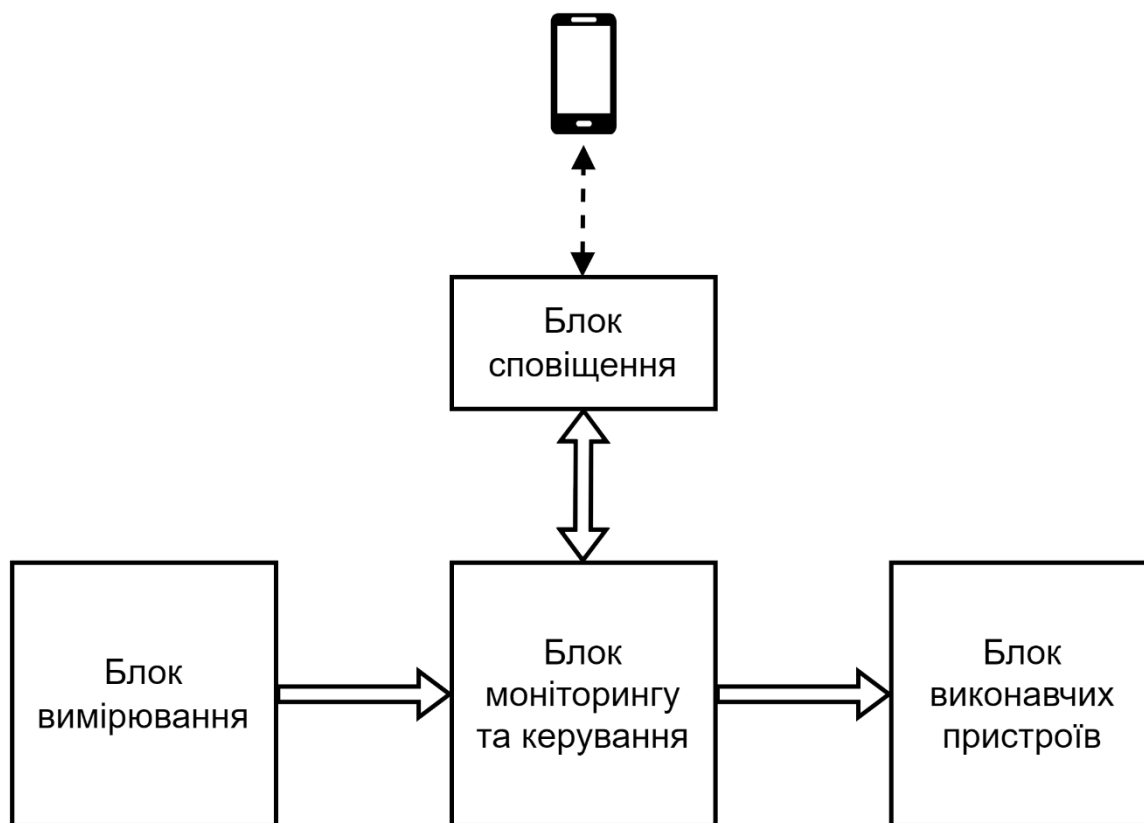


Рисунок 2.1 – Узагальнена структурна схема комп'ютеризованої системи контролю протікання води

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Зозуля Т.Ю.			Проектна частина	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевішив		Паламар А.М.					19	17
Рецензент						ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

Узагальнена структура комп'ютеризованої СКПВ включає наступні основні блоки:

- блок вимірювання;
- блок моніторингу та керування;
- блок виконавчих пристроїв;
- блок сповіщення.

Блок вимірювання відповідає за збір інформації про протікання води. Він складається з датчиків, які фіксують наявність вологи або рідини і генерують відповідний сигнал. Ці датчики можуть бути розташовані в різних зонах приміщення, де можливе протікання води.

Блок моніторингу та керування отримує дані від блоку вимірювання і аналізує їх. Він може мати вбудований мікроконтролер або мікрокомп'ютерний модуль, який забезпечує обробку сигналів, контроль і керування системою. Він відслідковує стан датчиків, реалізовує логіку прийняття рішень та керує роботою виконавчих пристроїв.

Блок виконавчих пристроїв відповідає за реалізацію певних дій на основі отриманої інформації. Він може включати клапани, насоси або інші пристрої, які можуть перекривати водопостачання, вимикати електроприлади або активувати систему відкачування води.

Блок сповіщення відповідає за передачу повідомлень або сигналів про протікання води. У випадку аварійної ситуації система може використовувати різні канали сповіщення, такі як SMS, електронна пошта, дзвінки або повідомлення через мобільні додатки. Це дозволяє операторам системи або користувачам отримувати негайні сповіщення про проблеми з протіканням води та вживати відповідних заходів.

Окрім основних блоків, СКПВ може також включати інші компоненти, такі як підсистема доступу, реле, сигнальні лампи або звукові сповіщувачі, щоб забезпечити додаткову функціональність та інформувати про стан системи. Функціональна схема модуля керування проєктованої системи зображена на рис. 2.2.

					<i>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

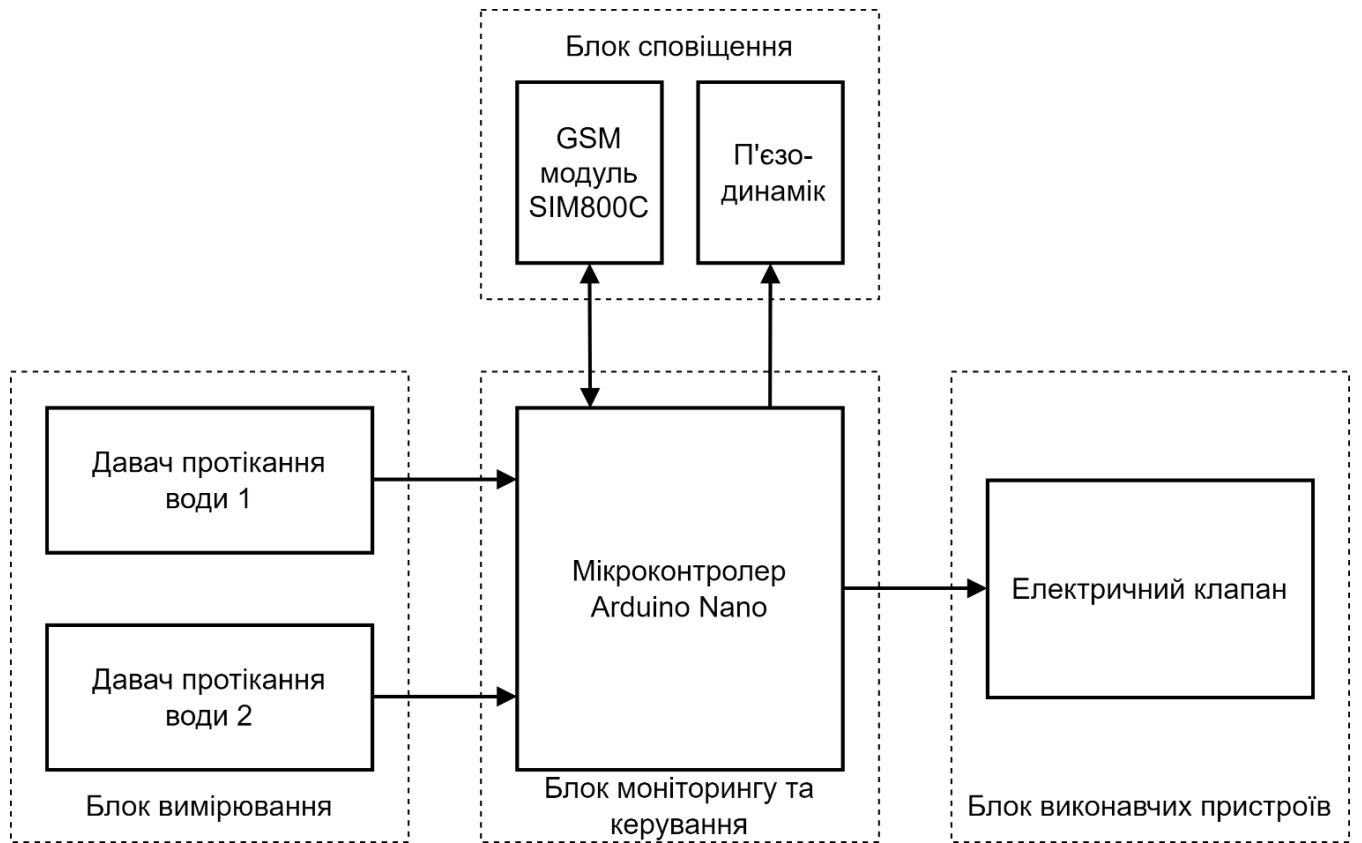


Рисунок 2.2 – Функціональна схема модуля керування СКПВ

Головним елементом функціональної схеми СКПВ є мікроконтролер Arduino Nano. Він відповідає за управління всіма іншими компонентами системи. Він отримує дані від датчиків протікання води, приймає рішення щодо активації електричного клапана та надсилання повідомлення через GSM модуль, а також керує відтворенням звукових сигналів за допомогою п'єзодинаміка.

Датчики протікання води розміщуються в місцях де потенційно може початись затоплення приміщення. Вони генерують сигнали при контакті з вологою або водою, і передають ці сигнали до мікроконтролера.

Електричний клапан використовується для автоматичного перекриття водопостачання при виявленні протікання. Мікроконтролер активує клапан, щоб зупинити протікання води.

GSM модуль SIM800C забезпечує можливість надсилання SMS-повідомлень або здійснення дзвінків для сповіщення про протікання. Мікроконтролер взаємодіє з GSM модулем, щоб передавати інформацію про стан системи на вказаний номер телефону.

П'єзодинамік використовується для генерації сигналів тривоги. Мікроконтролер може активувати п'єзодинамік для відтворення звукових сигналів, які привертають увагу користувача до проблеми з протіканням.

Всі ці компоненти взаємодіють з мікроконтролером Arduino Nano, який координує роботу системи. При виявленні протікання, мікроконтролер активує електричний клапан для зупинки водопостачання, надсилає сповіщення на вказаний номер телефону за допомогою GSM модуля, і відтворює звукові сигнали через п'єзодинамік для сповіщення користувача про проблему з протіканням.

## 2.2 Розробка апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи контролю протікання води

### 2.2.1 Опис платформи Arduino Nano

Центральним елементом СКПВ обрано платформу Arduino Nano версії 3.0 (рис. 2.3). Arduino Nano є повнофункціональним комп'ютеризованим пристроєм, який адаптований для створення прототипів керуючих систем із застосуванням макетних плат.

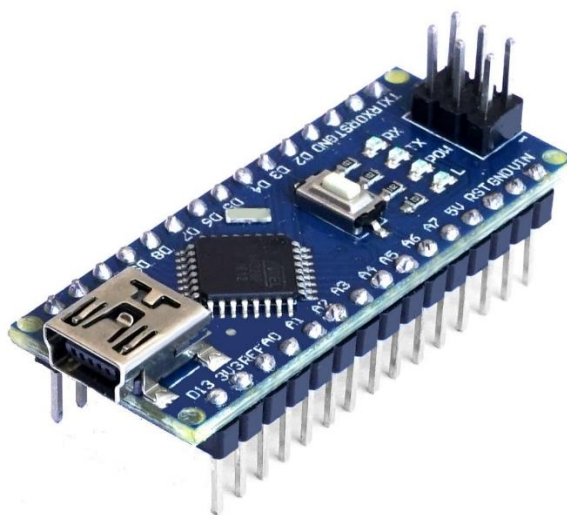


Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд платформи Arduino Nano

Характеристики платформи Arduino Nano наведені в табл. 2.1.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таблиця 2.1 – Характеристики платформи Arduino Nano

Характеристика	Значення
Частота мікроконтролера	16 МГц
Кількість аналогових входів	8
Кількість цифрових виводів	14
Напруга	5 В
Максимальний струм виводів	40 мА
Об'єм пам'яті	32 кБ

Живлення Arduino Nano отримує від зовнішнього джерела (акумулятор чи AC/DC перетворювач) через роз'єм mini-USB. Arduino Nano містить тридцять виводів, які розміщені по периметру плати. Зокрема, шість аналогових входів та чотирнадцять цифрових. На рис. 2.4 розміщена схема призначення виводів платформи Arduino Nano.

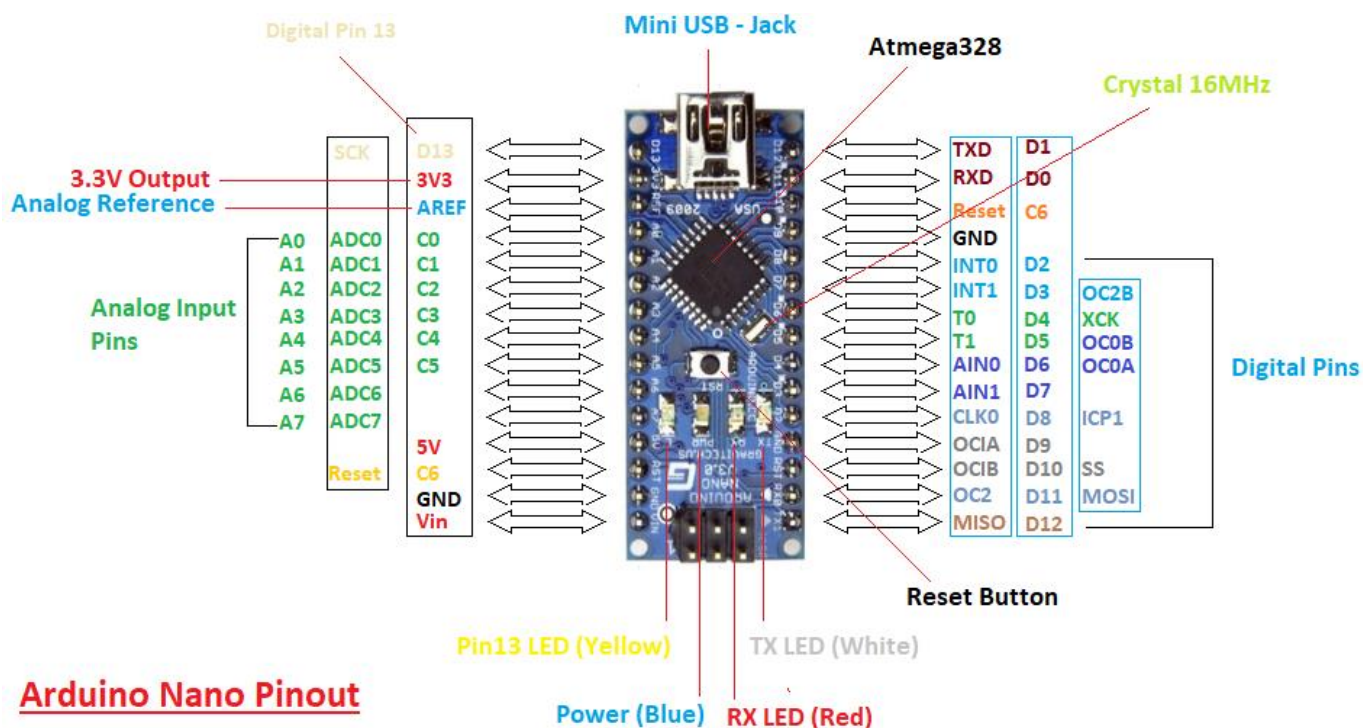


Рисунок 2.4 – Схема призначення виводів платформи Arduino Nano



Функціонал Arduino Nano практично повністю співпадає з популярною платформою Arduino Uno. Є лише дві основні відмінності. В першу чергу це розміри, які в Arduino Nano є значно меншими в порівнянні з Arduino Uno. Друга відмінність полягає у способі під'єднання до ПК – в Arduino Nano використовується для цього роз'єм miniUSB.

ATmega328PB є восьми-розрядним мікроконтролером плати Arduino Nano, який виготовлений в корпусі TQFP32 (рис. 2.5). Він побудований на удосконаленій RISC архітектурі, володіє восьми-розрядною шиною і має декілька режимів низького споживання.

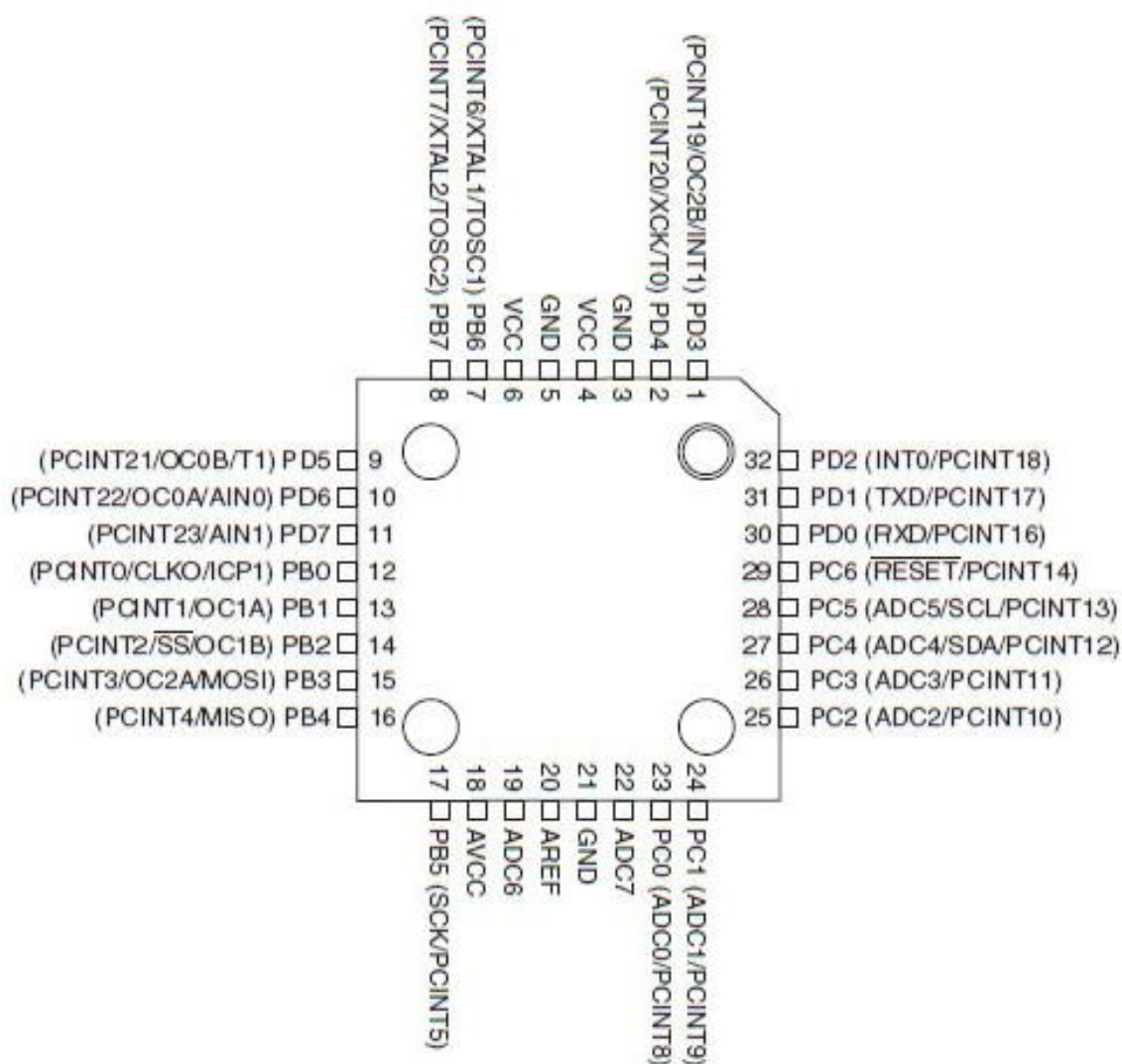


Рисунок 2.5 – Призначення його виводів мікроконтролера ATmega328PB

Одним з факторів вибору саме цієї моделі мікроконтролера було те, що він містить десяти-розрядний шестиканальний АЦП. Тому його буде зручно використовувати для роботи з аналоговими давачами, які передбачені в системі контролю протікання води.

Схема електрична плати Arduino Nano зображена на рис. 2.6. Мікросхема CH340G перетворювача USB-UART забезпечує комунікацію Arduino та ПК через USB-порт.

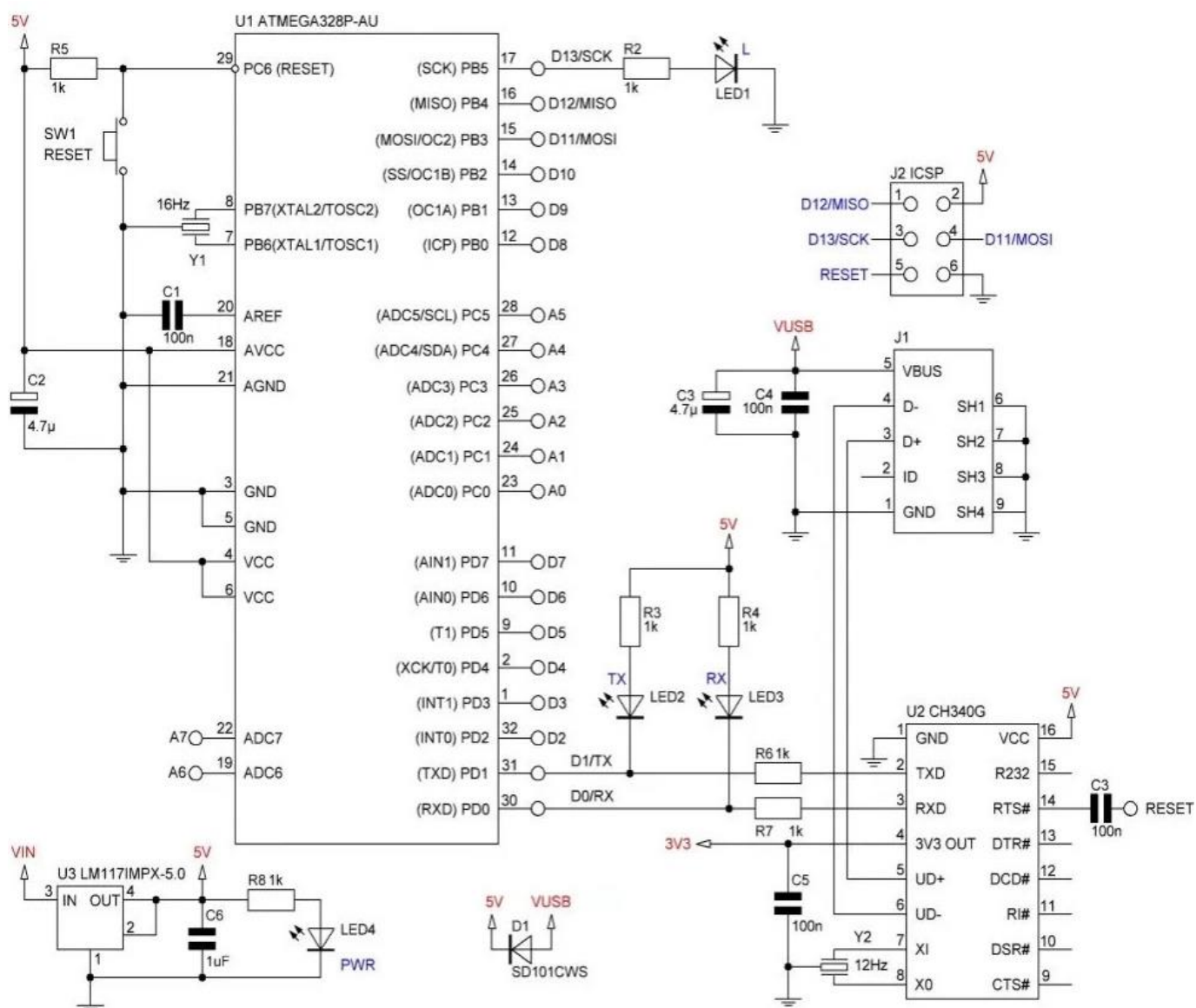


Рисунок 2.6 – Схема електрична плати Arduino Nano

## 2.2.2 Опис GSM модуля SIM800C

SIM800C є популярним GSM модулем для забезпечення зв'язку через мобільну мережу GSM/GPRS (рис. 2.7). Він працює на частотах 1900/1800/900/850 МГц і має великий спектр функцій для передачі даних, голосового зв'язку і SMS. SIM800C є надійним і популярним модулем для різних застосувань, таких як вбудовані системи, IoT-проекти, системи моніторингу, автомобільні пристрої та інші. Саме тому його було обрано в якості засобу для надсилання сповіщень про виявлення факту протікання води в проєктованій системі.



Рисунок 2.7 – Вигляд GSM модуля SIM800C

SIM800C пропонує розширений набір функцій і добре документовану SDK, що дає змогу розробникам легко використати модуль у своїх проєктах та налаштувати його роботу. Основні параметри модуля SIM800C представлені в табл. 2.2.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.2 – Характеристики модуля SIM800С

Характеристика	Значення
Частотні діапазони	850/900/1800/1900 МГц
Вихідна потужність	Class 4 (2 Вт) для EGSM 900 Class 1 (1 Вт) для DCS 1800, PCS 1900
Стандарти	GSM, GPRS, SMS
Дата/Голосовий	Використання аудіоканалу для голосового зв'язку і передачі даних
Роз'єми	SIM-картка, антена, аудіо, USB, GPIO, UART
Інтерфейси	UART, SPI, I <sup>2</sup> C
Підтримка даних	GPRS Class 12 (вихід до 85.6 кбіт/с), TCP/IP стек
Підтримка SMS	Приймання/відправлення SMS повідомлень, PDU-режим
Живлення	3.4-4.4 В постійного струму
Потужність споживання	Сплячий режим: < 1 мА Активний режим (GSM): < 350 мА
Розмір	24 мм х 24 мм х 3 мм
Робочий температурний діапазон	-40°C до +85°C

SIM800С підтримує такі функції:

- зворотна підтримка аналогових аудіофункцій, включаючи голосовий дзвінок, голосовий запис та відтворення;
- підтримка SMS-протоколу, а також можливість працювати в режимі PDU для зручного обміну даними;
- підтримка GPRS з класом 12, що дозволяє надсилати дані через мобільну мережу зі швидкістю до 85,6 кбіт/с;
- вбудований TCP/IP стек, який дозволяє реалізовувати зв'язок з серверами через Інтернет;
- розширені функції управління енергоспоживанням, включаючи сплячий режим для зниження споживання енергії в періоди неактивності;

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підтримка інтерфейсів UART, SPI, I<sup>2</sup>C, що дозволяє з'єднувати модуль з іншими компонентами;
- вбудовані антени для підвищення якості зв'язку;
- підтримка різних мережевих протоколів, таких як HTTP, FTP, MQTT, для зручного обміну даними з серверами.

Загалом, GSM модуль SIM800C є потужним та універсальним засобом забезпечення зв'язку через мобільну мережу GSM/GPRS. Він пропонує широкий набір функцій і легку інтеграцію, що робить його хорошим вибором для реалізації проєктованої системи.

### 2.2.3 Опис давача протікання води

Давач протікання води є електронним пристроєм, розробленим для виявлення наявності вологи або потоку води. Його було обрано для реалізації прототипу системи контролю протікання води з метою раннього виявлення та запобігання затопленню (рис. 2.8).

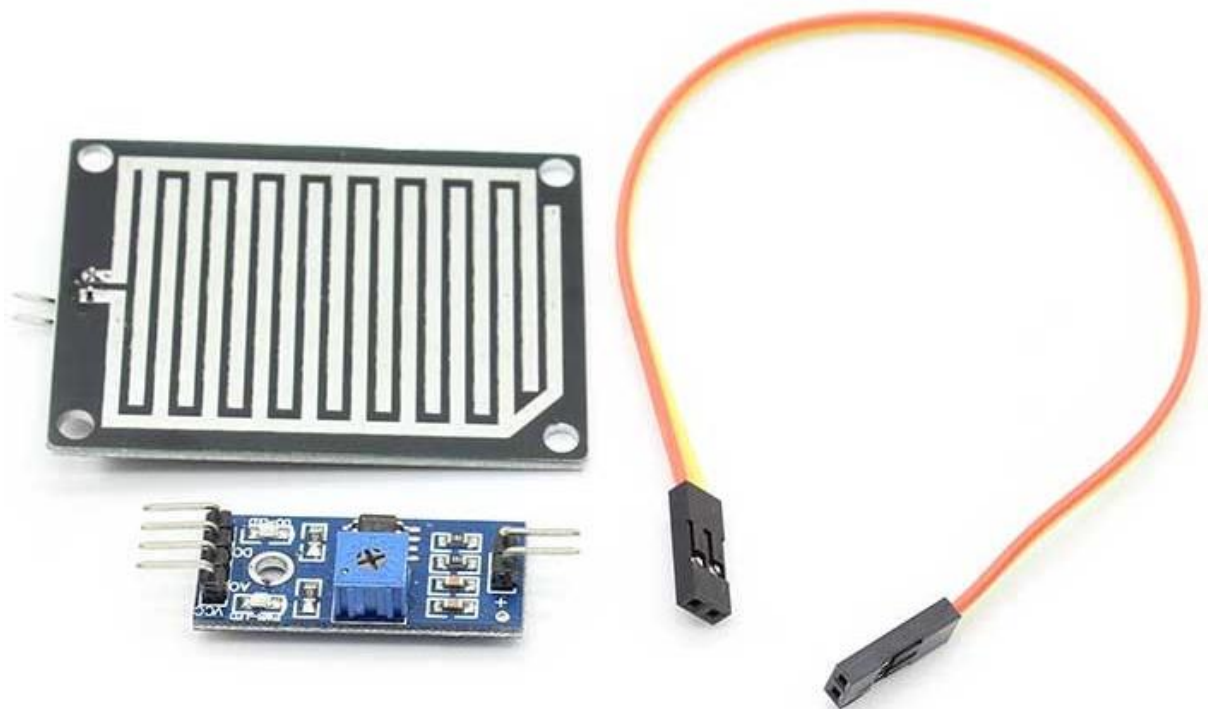


Рисунок 2.8 – Давач протікання води

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Основний принцип дії цього датчика полягає у виявленні наявності вологи та зміні стану контактів, що активує вихідний сигнал. Він використовує чутливий елемент, який реагує на наявність вологи або потоку води. Коли контакт з вологою встановлюється, він спрацьовує і передає сигнал про виявлення протікання. Датчик має високу чутливість до вологості, що дозволяє виявляти навіть малу кількість води або навіть краплі, які потрапили на його поверхню. Датчик протікання води виготовлений з якісних матеріалів, що забезпечує його стабільну роботу впродовж тривалого часу. Технічні характеристики датчика протікання води зведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристики датчика протікання води

Характеристика	Значення
Робоча напруга	3.3-5V
Вихідний сигнал	Цифровий
Робочий струм	Менше 20 мА
Робоча температура	-10°C до +70°C
Розміри	32 мм x 14 мм x 8 мм

Датчик може бути легко підключений до мікроконтролера або іншого електронного пристрою за допомогою цифрового виходу. Завдяки своєму чутливому елементу, датчик може виявити навіть невелику кількість води, що забезпечує швидку реакцію на потенційні загрози. Датчик протікання води має високу стійкість до зовнішніх факторів, таких як вологість, корозія або вплив навколишнього середовища. Це сприяє надійній роботі пристрою впродовж тривалого періоду.

Датчик може бути застосований в різних областях, включаючи побутове використання, комерційні будівлі, промислові об'єкти та інші місця, де виявлення факту протікання води є важливим. Датчик має простий дизайн і легкий у

використанні. Він може бути встановлений на підлозі, під раковиною, під опалювальними приладами або в інших місцях, де є ризик затоплення.

Незважаючи на переваги, датчик протікання води також має свої обмеження або недоліки. Зокрема, такий датчик потребує електропостачання для своєї роботи. Це може створювати проблеми в разі відключення електрики або при використанні в незручних місцях, де доступ до електромережі обмежений.

Датчик протікання води має обмежений радіус виявлення. Це може вимагати додаткових пристроїв або розташування декількох датчиків для покриття більшої площі. Деякі датчики протікання води можуть реагувати не тільки на воду, але і на інші рідини або вологу середовища. Це може викликати помилкові спрацьовування. Необхідно враховувати ці недоліки під час розробки СКПВ у контексті конкретних вимог до проекту.

#### 2.2.4 Опис магнітного електричного клапана

Магнітний електричний клапан (рис. 2.9) в даній системі використовується для перекриття потоку води при виявленні факту протікання води. Він працює на основі принципу електромагнітного керування. Клапан містить два основні компоненти: електромагніт і клапанний механізм.

Коли на електромагніт подається електричний струм, він генерує магнітне поле, яке здійснює вплив на рухома частину клапанного механізму. Рухома частина має магнітну притяжність до ядра електромагніту. Внаслідок впливу магнітного поля, рухома частина притягується до ядра і відкриває або закриває вхід або вихід клапана.

При відсутності струму, магнітне поле зникає, тому рухома частина повертається до своєї початкової позиції під впливом пружини, що призводить до закриття або відкривання клапана залежно від його конструкції.

Таким чином, подача електричного струму до електромагніту дозволяє керувати відкриттям або закриттям клапана з високою точністю та швидкістю. Цей принцип дії дозволяє забезпечити контроль потоку води та запобігти її протіканню.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рисунок 2.9 – Електричний клапан

Клапан може працювати в діапазоні від 0,02 до 0,8 МПа, тому він є універсальним і придатним для різних систем водопостачання. Він забезпечує надійне управління потоком води і має високу експлуатаційну довговічність. Клапан поставляється із різьбовими з'єднаннями для легкого і зручного монтажу в систему водопостачання. Керування клапаном можливе шляхом подання електричного сигналу, що дозволяє здійснювати зручне і точне управління потоком води. Характеристики магнітного електричного клапана занесені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристики магнітного електричного клапана

Характеристика	Значення
Робоча напруга	12 В
Тип клапана	Зливний, нормально відкритий
Робочий тиск	0,02 – 0,8 МПа
Робоча температура	-5°C до +80°C
Розмір різьблення	1/2" (внутрішня різьба)
Матеріал корпусу	Нержавіюча сталь
Вага	150 г



Клапан є сумісним з різними типами систем водопостачання і може використовуватися у домашніх та в промислових умовах. Клапан споживає невелику кількість енергії в процесі його роботи. Завдяки електричному управлінню, клапан може бути легко і точно керованим за допомогою мікроконтролера, що забезпечує зручність використання. Клапан має високу герметичність, що дозволяє уникнути протікання води і забезпечити надійне функціонування системи.

Загалом, магнітний електричний клапан є ефективним і надійним рішенням для керування потоком води. Завдяки особливостям, технічних характеристикам та перевагам його використано для розробки проєктованої СКПВ.

### 2.2.5 Опис п'єзодинаміка

Застосування п'єзодинаміка в системі контролю протікання води дозволяє генерувати звукові сигнали для сповіщення користувача про проблему з протіканням та привертати його увагу на необхідність подальших дій (рис. 2.10). П'єзодинамік використовує матеріали з п'єзоелектричним ефектом, такі як кераміка або кварц, які можуть генерувати електричний заряд при деформації або деформуватися при прикладанні електричного поля. Цей ефект дозволяє п'єзодинаміку перетворювати електричний сигнал в звукові хвилі.



Рисунок 2.10 – П'єзодинамік

П'єзодинаміки відомі своєю високою ефективністю перетворення електричної енергії в звукову. Вони можуть генерувати потужний звук з відносно невеликими електричними сигналами.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.2.6 Опис модуля реле

Для керування електричним клапаном було обрано реле SRA-05VDC-AD (рис. 2.11). Реле є електромеханічним пристроєм, яке використовується для керування електричними схемами, включаючи електричні клапани. Воно має електромагнітну котушку, яка генерує магнітне поле при подачі струму. Це поле притягує механічний контакт, що дозволяє виконати перемикування.



Рисунок 2.11 – Реле SRA-05VDC-AD

Застосування реле для керування електричним клапаном дозволяє забезпечити його автоматичне закриття чи відкриття відповідно до сигналів, що надходять від СКПВ.

### 2.2.7 Опис модуля живлення

Для живлення компонентів системи було обрано модуль DC-DC, який здатний перетворювати напругу на різні рівні. Цей модуль призначений для використання в пристроях, де потрібна стабільна та регульована напруга (рис. 2.12).

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

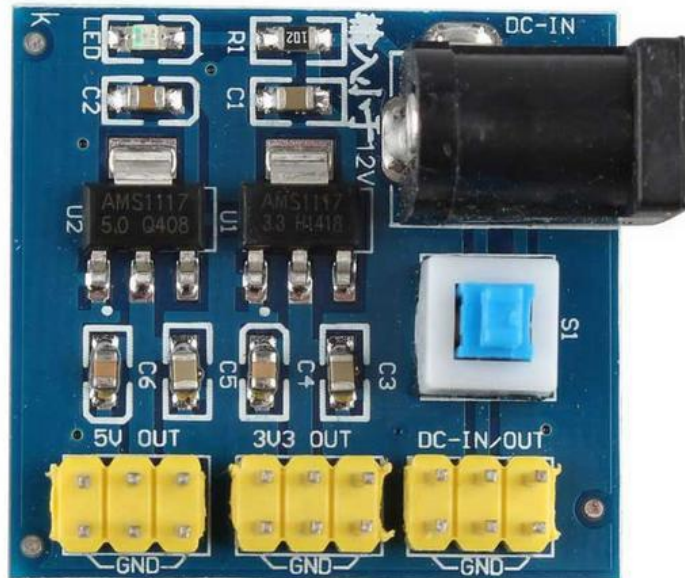


Рисунок 2.12 – Модуль живлення

Модуль приймає вхідну напругу в діапазоні від 7 В до 24 В та забезпечує вихідну стабільну напругу у трьох рівнях – 3.3 В, 5 В та 12 В. Можна вибрати потрібний рівень напруги за допомогою перемикача або пінів, що контролюються мікроконтролером. Модуль може забезпечувати достатню потужність для проєктованої системи. Вихідний струм може сягати до 800 мА.

### 2.3 Опис електричної принципової схеми керуючого модуля системи

На рис 2.13 зображена схема електрична принципова керуючого модуля СКПВ. У цій схемі Arduino Nano, який має позначення U2 на схемі, виконує роль основного контролера. Він отримує сигнали від датчиків протікання води і відповідно керує модулем реле для управління електричним клапаном та GSM-модулем для сповіщення про стан системи.

Датчі протікання води підключені до Arduino Nano через роз'єми XP1 та XP2. У разі виявлення протікання води ці датчі генерують відповідний сигнал на лініях цифрових входів Arduino Nano.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

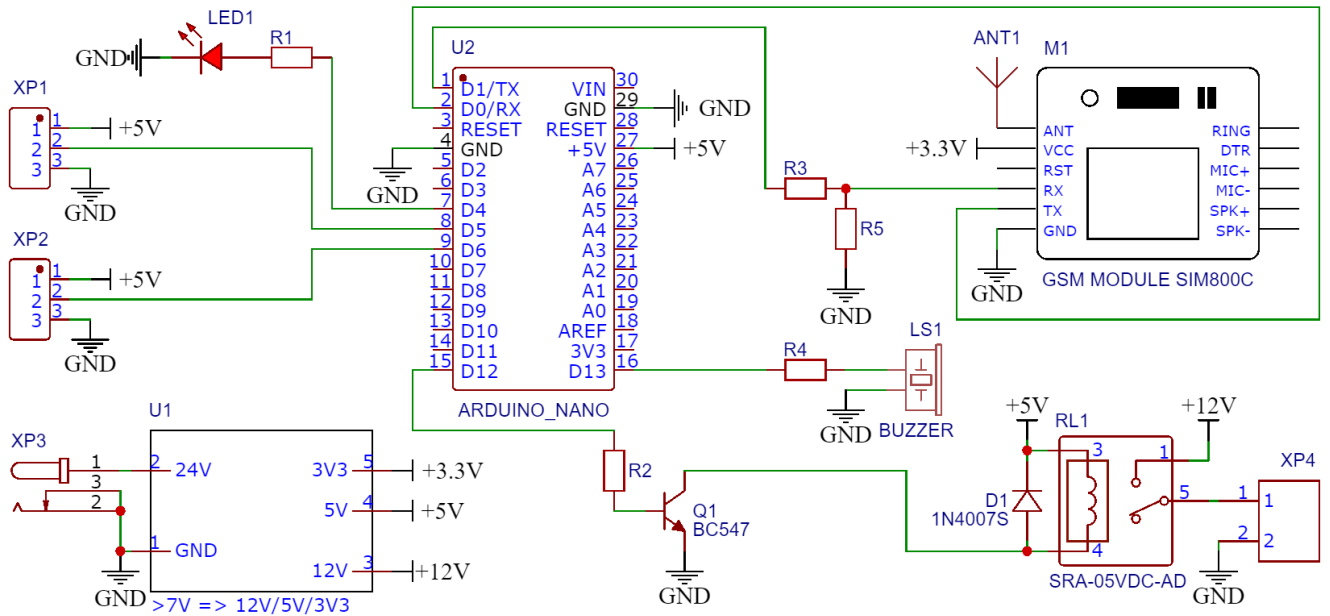


Рисунок 2.13 – Електрична принципова схема керуючого модуля СКПВ

Реле RL1 використовується для керування електричним клапаном. Воно отримує сигнали від Arduino через резистор R2 та транзистор Q1 і відповідним чином перемикає контакти, що керують електричним клапаном, відкриваючи або закриваючи його.

GSM-модуль M1 SIM800C забезпечує можливість сповіщення про стан системи через SMS або дзвінок на певний номер телефону. Arduino Nano взаємодіє з GSM-модулем через послідовний UART інтерфейс для надсилання сповіщень у разі виявлення протікання або інших подій. П'єзодинамік LS1 в даній схемі використовується для звукового сповіщення.

Ця електрична принципова схема забезпечує функціональність СКПВ та управління електричним клапаном, а також можливість сповіщення та сигналізації користувача про стан системи.

## РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Розробка алгоритму роботи системи контролю протікання води

Алгоритм роботи системи контролю протікання води передбачає виконання таких етапів:

#### 1. Ініціалізація системи:

- підключення всіх компонентів системи, включаючи давачі протікання води, реле, електричного клапану, GSM модуля SIM800C та п'єзодинаміка;
- підключення зовнішніх програмних бібліотек, визначення та ініціалізація змінних і констант;
- налаштування параметрів системи, таких як часові інтервали, порогові значення протікання, та інші.

#### 2. Зчитування даних з давачів протікання води:

- зчитування стану давачів для визначення наявності протікання води;
- аналіз отриманих значень для визначення масштабу і серйозності протікання.

#### 3. При наявності протікання:

- керування електричним клапаном для зупинки подачі води;
- активація звукового сигналу сповіщення використовуючи п'єзодинамік для повідомлення про протікання;
- відправлення повідомлення через GSM модуль SIM800C на зазначений номер телефону.

#### 4. Керування електричним клапаном:

- виконання команди керування електричним клапаном для зупинки або відновлення подачі води, залежно від потреби;
- запис інформації про стан клапана для моніторингу та аналізу.

					<b>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Зозуля Т.Ю.</i>			<b>Практична частина</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Паламар А.М.</i>					36	12
<i>Рецензент</i>						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІЗс-42</b>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

Блок-схема алгоритму ПЗ для мікроконтролера СКПВ зображена на рис. 3.1. та рис. 3.2.

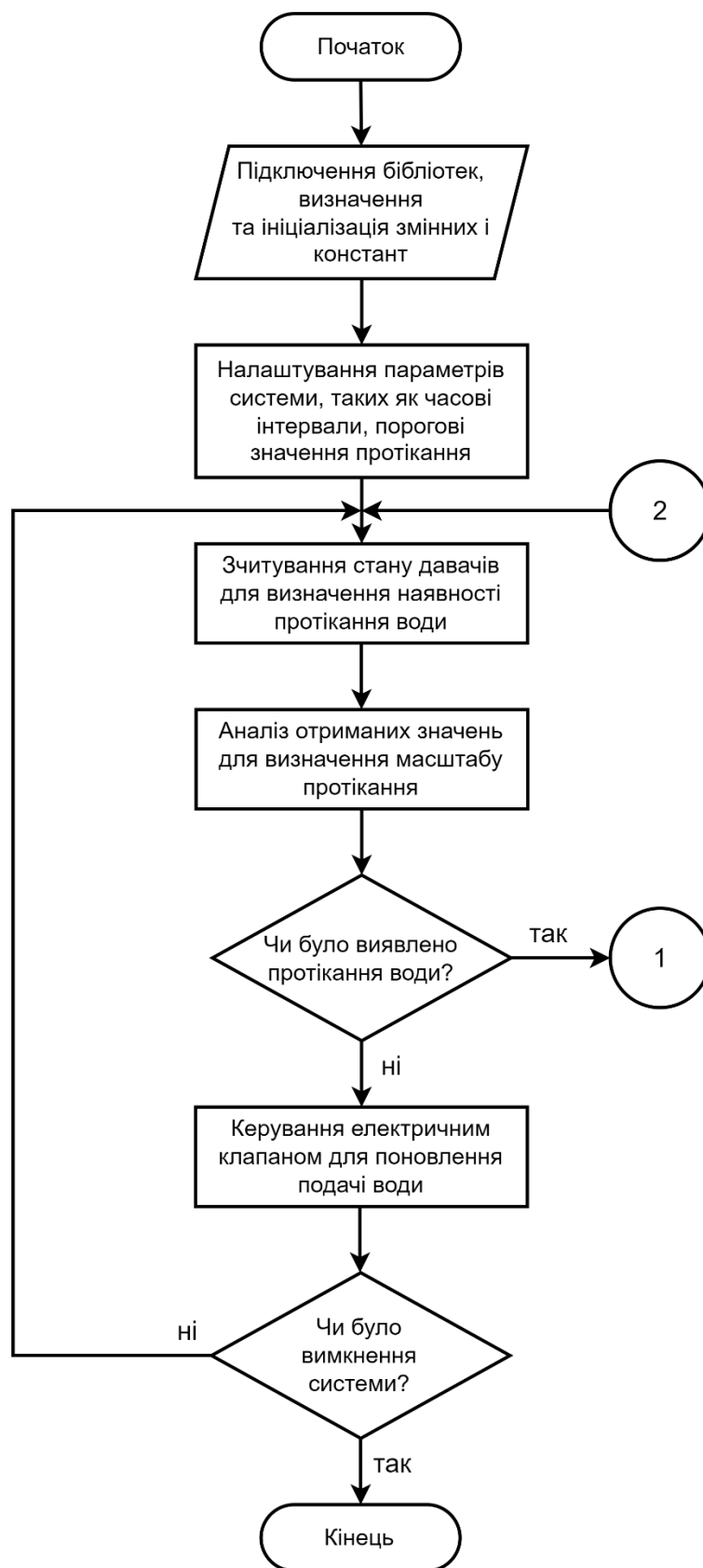


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму ПЗ для мікроконтролера СКПВ

5. Моніторинг та збереження даних:

- збереження всіх даних про протікання, стан клапана та інші параметри для подальшого аналізу;
- запис даних у відповідні засоби збереження, такі як вбудована пам'ять мікроконтролера.

6. Повторення процесу:

- алгоритм роботи повторюється в циклі, зчитуючи дані, виконуючи дії керування та моніторингу, і забезпечуючи надійну роботу СКПВ.

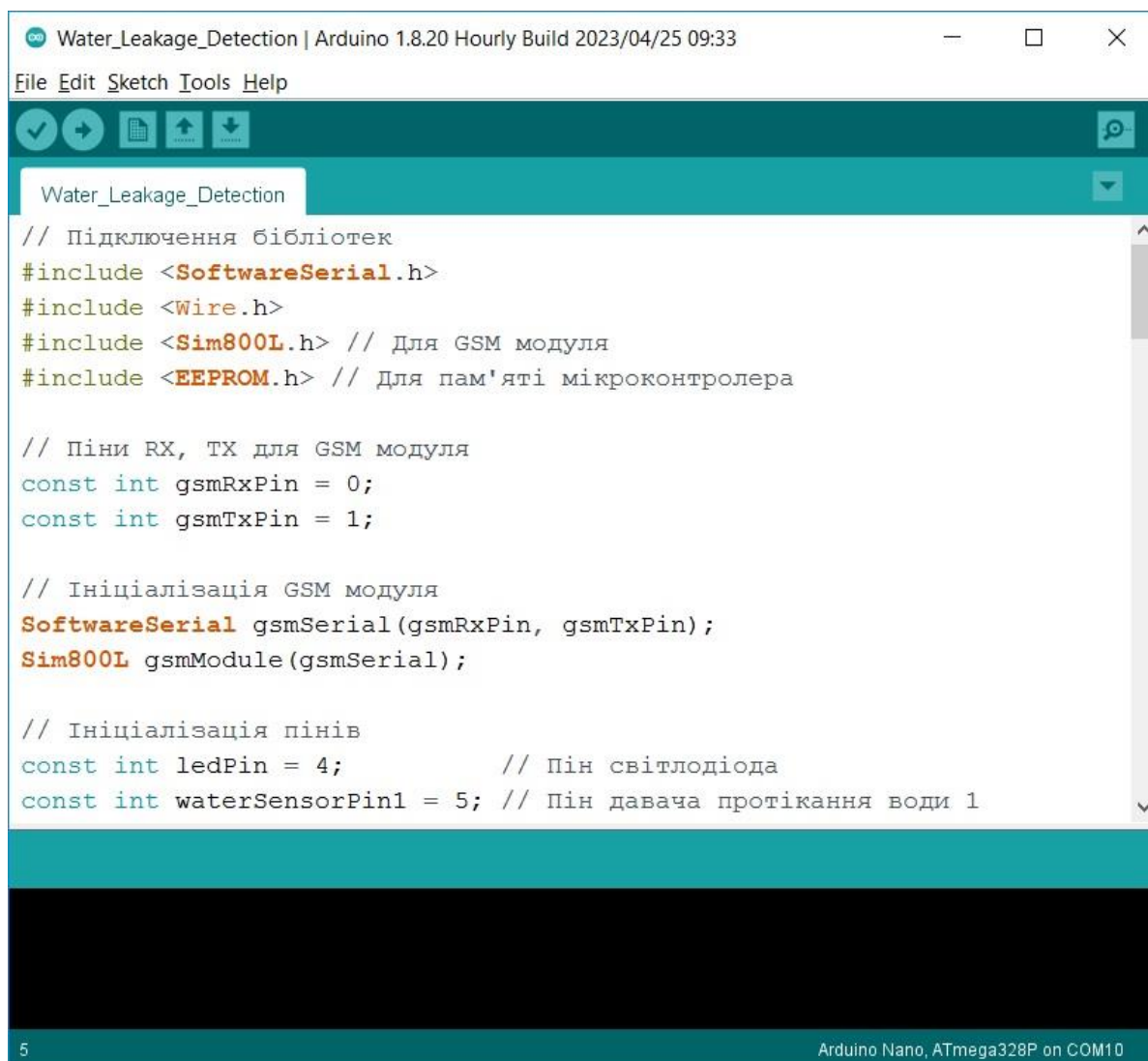


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритму роботи ПЗ для мікроконтролера СКПВ  
(продовження)

## 3.2 Налаштування середовища для розробки ПЗ

### 3.2.1 Обґрунтування вибору програмного середовища для розробки проєктованої системи

Для розробки ПЗ для проєктованої системи використано безкоштовне, відкрите середовище Arduino IDE (рис. 3.3), яке спеціально призначене для програмування платформи Arduino. Воно містить простий і зручний інтерфейс, що дозволяє швидко почати роботу над проєктом. Arduino IDE використовує мову програмування, яка базується на C/C++. Ця мова має простий синтаксис і широкі можливості для роботи з мікроконтролером Arduino.



```
Water_Leakage_Detection | Arduino 1.8.20 Hourly Build 2023/04/25 09:33
File Edit Sketch Tools Help
Water_Leakage_Detection
// Підключення бібліотек
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Sim800L.h> // Для GSM модуля
#include <EEPROM.h> // Для пам'яті мікроконтролера

// Пini RX, TX для GSM модуля
const int gsmRxFPin = 0;
const int gsmTxPin = 1;

// Ініціалізація GSM модуля
SoftwareSerial gsmSerial(gsmRxFPin, gsmTxPin);
Sim800L gsmModule(gsmSerial);

// Ініціалізація пинів
const int ledPin = 4; // Пин світлодіода
const int waterSensorPin1 = 5; // Пин датчик протікання води 1

5 Arduino Nano, ATmega328P on COM10
```

Рисунок 3.3 – Arduino IDE



Arduino IDE дозволяє легко завантажувати написаний код на мікроконтролер Arduino Nano за допомогою USB-підключення. Крім того, це середовище має вбудований монітор порту, який дозволяє переглядати вихідні дані, відлагоджувати програми та взаємодіяти з мікроконтролером.

Arduino IDE є основним засобом для розробки ПЗ для платформи Arduino Nano, за допомогою якого можна легко писати, компілювати та завантажувати програми для мікроконтролера, реалізуючи функціональність СКПВ.

### 3.2.2 Встановлення зовнішніх бібліотек

Встановлення бібліотеки для роботи з GSM модулем в Arduino IDE виконано з допомогою менеджера для роботи з бібліотеками (рис. 3.4). В ньому в полі для пошуку було введено «SIM800». У результатах пошуку знайдено та встановлено потрібну версію бібліотеки. Після включення бібліотеки в проєкт можна застосовувати її функції та класи для управління GSM модулем.

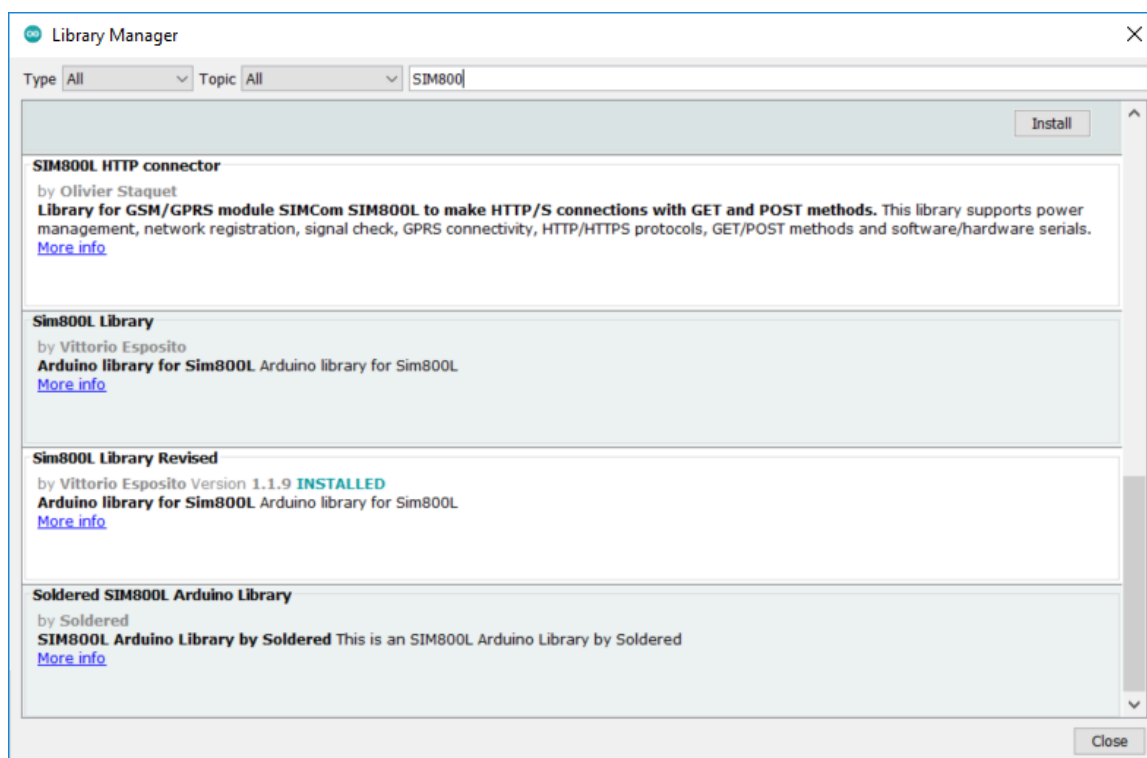


Рисунок 3.4 – Встановлення бібліотеки для управління GSM-модулем

### 3.3 Розробка програмного забезпечення для мікроконтролера

#### 3.3.1 Оголошення бібліотек, визначення змінних та констант

Підключення бібліотек дозволяє використовувати потрібні функції для роботи з компонентами СКПВ, які підключені до плати Arduino Nano (рис. 3.5).

```
// Підключення бібліотек
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Sim800L.h> // Для GSM модуля
#include <EEPROM.h> // Для пам'яті мікроконтролера
```

Рисунок 3.5 – Лістинг коду для підключення бібліотек

Код, який наведений на рис. 3.6, служить для початкової ініціалізації пінів, об'єктів та змінних, необхідних для подальшої роботи СКПВ.

У рядках цього коду визначаються піни RX (прийом) та TX (відправка) для з'єднання з GSM модулем. Потім створюється об'єкт SoftwareSerial з цими пінами, який використовується для зв'язку з GSM модулем. Також створюється об'єкт Sim800L для роботи з GSM модулем.

Також в цьому коді визначаються піни для підключення різних компонентів проєктованої системи. Зокрема:

- ledPin використовується для керуванням світлодіодом;
- waterSensorPin1 та waterSensorPin2 використовуються для підключення датчиків протікання води;
- valvePin призначений для керування електричним клапаном;
- buzzerPin застосовується для керування п'єзодинаміком.

Після цього визначаються змінні waterSensor1State і waterSensor2State, які використовуються для збереження стану датчиків протікання води. Значення 0 вказує на відсутність протікання.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

// Піни RX, TX для GSM модуля
const int gsmRxBPin = 0;
const int gsmTxPin = 1;

// Ініціалізація GSM модуля
SoftwareSerial gsmSerial(gsmRxBPin, gsmTxPin);
Sim800L gsmModule(gsmSerial);

// Ініціалізація пінів
const int ledPin = 4;           // Пін світлодіода
const int waterSensorPin1 = 5; // Пін давача протікання води 1
const int waterSensorPin2 = 6; // Пін давача протікання води 2
const int valvePin = 12;       // Пін керування електричним клапаном
const int buzzerPin = 13;      // Пін керування п'єзодинаміком

// Ініціалізація об'єктів
SoftwareSerial gsmSerial(0, 1); // Піни RX, TX для GSM модуля

// Змінні стану
int waterSensor1State = 0; // Стан давача протікання води 1
int waterSensor2State = 0; // Стан давача протікання води 2

```

Рисунок 3.6 – Лістинг коду для ініціалізації пінів, об'єктів та змінних, необхідних для подальшої роботи СКПВ

Функція `sendSMS()` (рис. 3.7) використовується для надсилання SMS повідомлень через GSM модуль. Вона отримує два параметри: `phoneNumber`, який містить номер телефону, куди необхідно відправити повідомлення, і `message`, який містить текст повідомлення. Всередині функції викликається метод `sendSMS` об'єкта `gsmModule`, який надсилає SMS повідомлення з вказаним номером телефону та текстом повідомлення.

```

// функція для надсилання SMS
void sendSMS(const char* phoneNumber, const char* message) {
    gsmModule.sendSMS(phoneNumber, message);
}

```

Рисунок 3.7 – Лістинг функції `sendSMS()`

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3.2 Опис коду функції setup

Код функції setup() (рис. 3.8) виконує початкову ініціалізацію пінів, налаштування з'єднання з GSM модулем та флеш-пам'яті, що необхідно для подальшої роботи основного циклу програми.

```
// функція ініціалізації
void setup() {
  // Ініціалізація пінів
  pinMode(waterSensorPin1, INPUT);
  pinMode(waterSensorPin2, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(valvePin, OUTPUT);
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

  // Ініціалізація з'єднання з GSM модулем
  gsmSerial.begin(9600);

  // Ініціалізація флеш-пам'яті
  EEPROM.begin(512);
  // Закінчуємо роботу з флеш-пам'яттю
  EEPROM.end();

  delay(1000);
}
```

Рисунок 3.8 – Лістинг функції setup()

У функції setup() виконуються наступні дії:

#### 1. Ініціалізація пінів:

- waterSensorPin1 та waterSensorPin2 встановлюються як вхідні піни, призначені для підключення датчиків протікання води;
- ledPin, valvePin та buzzerPin встановлюються як вихідні виводи, призначені для керування світлодіодом, електричним клапаном і п'єзодинаміком відповідно.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

2. Ініціалізація з'єднання з GSM модулем. Метод `begin` викликається для об'єкта `gsmSerial`, щоб встановити швидкість передачі даних.

3. Ініціалізація флеш-пам'яті. Метод `begin` викликається для пам'яті EEPROM з параметром 512, що вказує на розмір пам'яті. Це дозволяє доступатися до пам'яті для зберігання та отримання даних під час роботи програми.

4. Функція `delay` встановлює затримку в 1 секунду, щоб дати системі час на ініціалізацію перед переходом до основного циклу програми.

### 3.3.3 Опис коду функції `loop`

У цьому коді (рис. 3.9) визначається основний цикл програми, який виконується безперервно після ініціалізації в функції `loop()`, у якій виконуються наступні дії:

1. Зчитування стану датчиків протікання води:

– зчитується стан пінів `waterSensorPin1` і `waterSensorPin2`, які підключені до датчиків протікання води;

– отримані значення зберігаються у змінних `waterSensor1State` і `waterSensor2State`.

2. Виконується перевірка, чи один з датчиків протікання води виявив протікання.

3. Якщо будь-який з датчиків повертає значення HIGH, що вказує на протікання, виконуються наступні дії:

– закриття клапана шляхом встановлення високого рівня на виводі `valvePin`;

– ввімкнення п'єзодинаміка шляхом встановлення високого рівня на піні `buzzerPin`;

– відправлення повідомлення про протікання через GSM модуль шляхом виклику функції `gsmSerial.println()`;

– надсилання SMS-повідомлення зі сповіщенням про протікання на вказаний номер телефону за допомогою функції `sendSMS()`;

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– запис значень стану давачів у флеш-пам'ять за допомогою методу EEPROM.put.

```
// Зчитування стану давачів протікання води
waterSensor1State = digitalRead(waterSensorPin1);
waterSensor2State = digitalRead(waterSensorPin2);

// Перевірка протікання води
if (waterSensor1State == HIGH || waterSensor2State == HIGH) {
    // Протікання виявлено
    // Закриття клапана
    digitalWrite(valvePin, HIGH);
    // Ввімкнення п'єзодинаміка
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);

    // Відправка сповіщення через GSM модуль
    gsmSerial.println("Протікання води виявлено!");
    // Відправлення сповіщення через GSM модуль
    const char* phoneNumber = "+380981234567"; // телефону
    const char* message = "Протікання води виявлено!";
    sendSMS(phoneNumber, message);

    // Записуємо значення у флеш-пам'ять
    EEPROM.put(dataAddress1, waterSensor1State);
    // Записуємо значення у флеш-пам'ять
    EEPROM.put(dataAddress2, waterSensor2State);
} else { // Немає протікання
    // Відкриття клапана
    digitalWrite(valvePin, LOW);
    // Вимкнення п'єзодинаміка
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
}
```

Рисунок 3.9 – Лістинг функції loop()

4. Якщо немає протікання (обидва давачі повертають значення LOW), виконуються наступні дії:

- відкриття клапана шляхом встановлення низького рівня на виводі valvePin;
- вимкнення п'єзодинаміка шляхом встановлення низького рівня на піні buzzerPin.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Встановлюється затримка між ітераціями циклу на 1 секунду за допомогою функції delay().

Цей цикл виконується безперервно поки система ввімкнена, постійно перевіряючи стан давачів та виконуючи відповідні дії у випадку виявлення протікання води.

### 3.4 Тестування системи

Для перевірки функціональності та ефективності розробленої системи був розроблений протестований прототип СКПВ (рис. 3.10). Він включає в себе фізичні компоненти, такі як давачі протікання води, електричний клапан, світлодіодний індикатор, п'єзодинамік та GSM модуль для сповіщення.

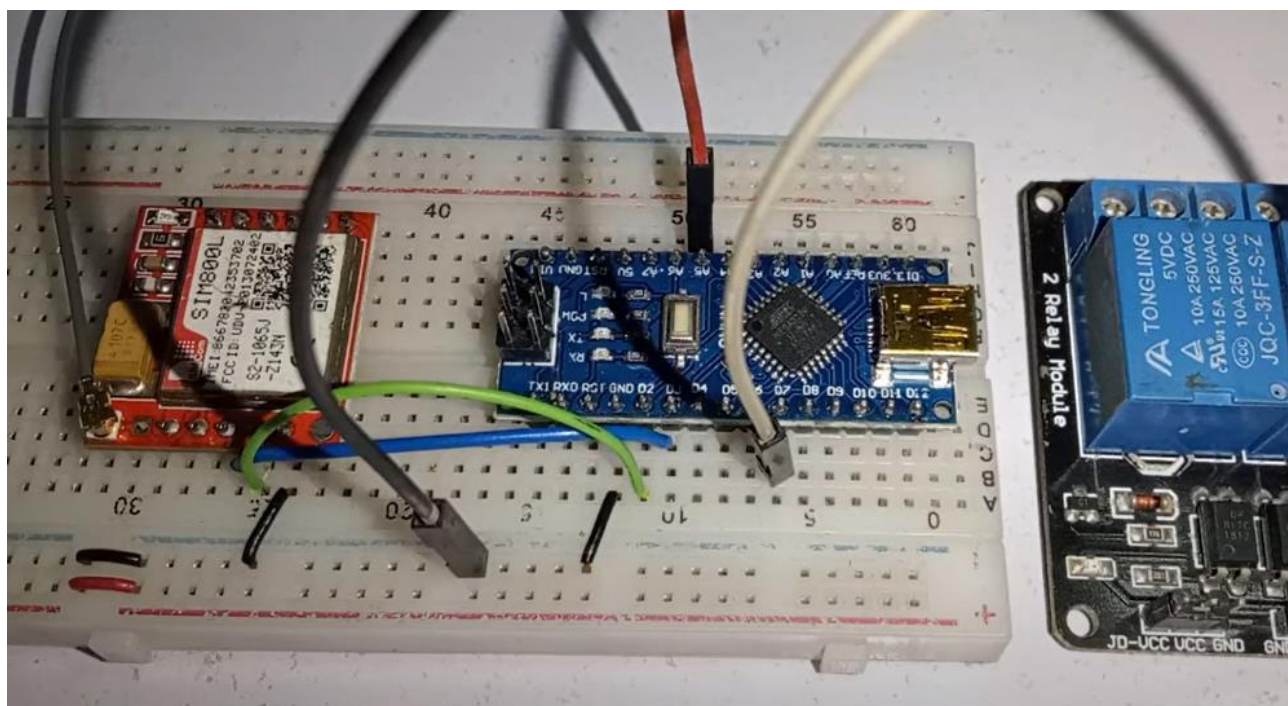


Рисунок 3.10 – Прототип керуючого модуля СКПВ

Під час тестування система продемонструвала надійну роботу і ефективність виявлення протікання води. Коли давачі виявили протікання, система вчасно спрацювала, перекрила електричний клапан, активувала світлодіодний індикатор та п'єзодинамік, а також відправила повідомлення через GSM модуль.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Прототип системи виявився ефективним засобом контролю протікання води, забезпечуючи надійний захист від аварійних ситуацій і запобігаючи зайвим витратам води та матеріальним збиткам.

Отже, результати тестування продемонстрували, що прототип СКПВ успішно виконує свої функції і відповідає вимогам, поставленим перед ним в ТЗ. Його ефективність та надійність підтверджують потенціал його застосування в реальних умовах для забезпечення безпеки водопостачання та запобігання протіканню води.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Надзвичайні ситуації: визначення, причини, класифікація

Щодня у світі фіксуються тисячі подій, при яких відбувається порушення нормальних умов життя і діяльності людей і які можуть призвести або призводять до загибелі людей та/або до значних матеріальних втрат. Такі події називаються надзвичайними ситуаціями (НС).

Загальні ознаки НС: наявність або загроза загибелі людей чи значне погіршення умов їх життєдіяльності; заподіяння економічних збитків; істотне погіршення стану довкілля. До надзвичайних ситуацій, як правило, призводять аварії, катастрофи, стихійні лиха та інші події, такі, як епідемії, терористичні акти, збройні конфлікти тощо.

Аварія – це небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю. Це – вихід з ладу машин, механізмів, пристроїв, комунікацій внаслідок порушення технології виробництва, правил експлуатації, правил безпеки, помилок, які допущені при проектуванні, будівництві, а також внаслідок стихійних лих.

Події природного походження або результат діяльності природних процесів, які за своєю інтенсивністю, масштабом поширення і тривалістю можуть вражати людей, об'єкти економіки та довкілля, називаються небезпечними природними явищами. Руйнівне небезпечне природне явище – це стихійне лихо.

Надзвичайні ситуації мають різні масштаби за кількістю жертв, кількістю людей, що стали хворими чи каліками, кількістю людей, яким завдано моральної шкоди, за розмірами економічних збитків, площею території, на якій вони розвивались, тощо.

					<b>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Зозуля Т.Ю.</i>			<b>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Паламар А.М.</i>					48	7
<i>Консульт.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>				<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42</b>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Тиш Є.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Осунівська Г.М.</i>						

Вагомість надзвичайної ситуації визначається передусім кількістю жертв та ступенем впливу на оточуюче життєве середовище, тобто рівнем системи «людина – життєве середовище» (ЛЖС), якої вона торкнулася, і розміром шкоди, завданої цій системі. Виходячи з ієрархії систем ЛЖС, можна говорити про [21]:

- індивідуальні надзвичайні ситуації, коли виникає загроза для порушення життєдіяльності лише однієї особи;
- надзвичайні ситуації рівня мікроколективу, тобто коли загроза їх виникнення чи розповсюдження наслідків стосується сім'ї, виробничої бригади, пасажирів одного купе;
- надзвичайні ситуації рівня колективу;
- надзвичайні ситуації рівня макроколективу;
- надзвичайні ситуації для жителів міста, району;
- надзвичайні ситуації для населення області;
- надзвичайні ситуації для населення країни;
- надзвичайні ситуації для жителів континенту;
- надзвичайні ситуації для всього людства.

Як правило, чим більшу кількість людей обходить надзвичайна ситуація, тим більшу територію вона охоплює. І навпаки, при більшій площі поширення катастрофи чи стихійного лиха від нього страждає більша кількість людей. Через це в основу існуючих класифікацій надзвичайних ситуацій за їх масштабом найчастіше кладуть територіальний принцип, за яким надзвичайні ситуації поділяють на локальні, об'єктові, місцеві, регіональні, загальнодержавні (національні), континентальні та глобальні (загальнопланетарні).

Локальні надзвичайні ситуації відповідають рівню системи ЛЖС з однією особою та мікроколективом; об'єктові – системам з рівнем колектив, макроколектив; місцеві – системам, в які входить населення міста або району; регіональні – області; загальнодержавні – населення країни і так далі.

До роботи в районі надзвичайної ситуації необхідно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів. Запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та

					<i>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

збитків перетворилося на загальнодержавну проблему і є одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади і управління всіх рівнів. 15 липня 1998 р. Постановою Кабінету Міністрів України № 1099 «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій» затверджено «Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій». Згідно з цим Положенням залежно від територіального поширення, обсягів заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, розрізняють чотири рівні надзвичайних ситуацій [21].

Надзвичайна ситуація загальнодержавного рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох та більше областей або загрожує транскордонним перенесенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріали і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремої області, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету.

Надзвичайна ситуація регіонального рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох або більше адміністративних районів (міст обласного значення) Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя або загрожує перенесенням на територію суміжної області України, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету

Надзвичайна ситуація місцевого рівня – це надзвичайна ситуація, яка виходить за межі потенційно небезпечного об'єкта, загрожує поширенням самої ситуації або її вторинних наслідків на довкілля, сусідні населені пункти, інженерні споруди, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету. До місцевого рівня також належать всі надзвичайні ситуації, які виникають на об'єктах житлово-комунальної сфери та інших, що не входять до затверджених переліків потенційно небезпечних об'єктів [22].

					<i>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Надзвичайна ситуація об'єктового рівня – це надзвичайна ситуація, яка не підпадає під зазначені вище визначення, тобто така, що розгортається на території об'єкта або на самому об'єкті і наслідки якої не виходять за межі об'єкта або його санітарно-захисної зони.

Для організації ефективної роботи із запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідації їхніх наслідків, зниження масштабів втрат та збитків дуже важливо знати причини їх виникнення та володіти теорією виникнення катастроф. Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій за характером походження подій, котрі зумовлюють виникнення надзвичайних ситуацій на території України, розрізняє чотири класи надзвичайних ситуацій — надзвичайні ситуації техногенного, природного, соціально-політичного, військового характеру. Кожен клас надзвичайних ситуацій поділяється на групи, які містять конкретні їх види [23].

Надзвичайні ситуації техногенного характеру – це транспортні аварії (катастрофи), пожежі, неспровоковані вибухи чи їх загроза, аварії з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове руйнування споруд та будівель, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічні аварії на греблях, дамбах.

Надзвичайні ситуації природного характеру – це небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміна стану водних ресурсів та біосфери.

Надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру – це ситуації, пов'язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування: здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і затримання важливих об'єктів, ядерних установок і матеріалів, систем зв'язку та телекомунікацій, напад чи замах на екіпаж повітряного чи морського судна), викрадення (спроба викрадення) чи знищення суден,

					<i>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях, викрадення або захоплення зброї, виявлення застарілих боєприпасів тощо.

Надзвичайні ситуації воєнного характеру – це ситуації, пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин та відходів, нафтопродуктів, вибухівки, сильнодіючих отруйних речовин, токсичних відходів, нафтопродуктів, транспортних та інженерних комунікацій.

#### 4.2 Організація служби охорони праці на підприємстві

В статті 13 Закону України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. зі змінами від 21.11.2002 р. вказано, що обов'язком роботодавця є створення таких умов праці на робочому місці кожного структурного підрозділу, які б відповідали нормативно-правовим актам. Крім того, керівник підприємства зобов'язаний забезпечити дотримання законодавчих вимог щодо прав робітників у сфері охорони праці. Для реалізації цих завдань роботодавець повинен забезпечити функціонування служби системи управління охороною праці, що включає в себе [21]:

- створення служб та призначення посадових осіб, які в подальшому будуть забезпечувати вирішення питань охорони праці;
- затвердження посадових інструкцій цих осіб, в яких повинна бути зазначена інформація про їхні права та обов'язки, а також відповідальність за виконання функцій, які на них покладені;
- контроль за дотриманням прав та функціональних обов'язків призначених посадових осіб, які зобов'язані вирішувати питання охорони праці на підприємстві.

Спосіб організації служби охорони праці залежить від чисельності працівників підприємства. Якщо кількість працівників менша двадцяти осіб, тоді для реалізації функцій служби охорони праці можуть бути залучені сторонні

					<i>КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

спеціалісти, які мають відповідну кваліфікацію, на договірних умовах. Якщо кількість працівників знаходиться в межах від двадцяти до п'ятидесяти, тоді функціональні обов'язки, які покладені на службу охорони праці, можуть виконувати особи з відповідною кваліфікацією в порядку сумісництва. Якщо чисельність працівників на підприємстві перевищує п'ятдесят осіб – роботодавець зобов'язаний створити службу охорони праці у відповідності до положень законодавства [24].

Створювати окремий структурний підрозділ для реалізації функцій служби охорони праці є зміст лише в тому випадку, якщо він передбачатиме наявність не менше двох працівників. При цьому в цьому підрозділі можуть працювати лише особи, які спеціалізуються на виконанні функціональних обов'язків, пов'язаних з питаннями охорони праці.

Законодавством не встановлена точна кількість працівників служби охорони праці, але очевидно, що їх чисельність повинна бути достатньою для забезпечення виконання всіх вимог діючих нормативно-правових актів з охорони праці на підприємстві. Це питання залежить від специфічних особливостей кожного підприємства, зокрема:

- від особливостей умов праці;
- від типу виробничого обладнання;
- від наявності та чисельності працівників, які задіяні до виконання робіт з підвищеною небезпекою.

Фахівці служби охорони праці при виявленні фактів порушення правил охорони праці мають право [23]:

- готувати керівнику підприємства подання для притягнення порушників вимог охорони праці до відповідальності;
- зупиняти роботу ділянки, виробництва, устаткування, механізмів, машин та інших виробничих засобів у випадку виявлення факту порушення, яке створює загрозу здоров'ю або життю працівників;
- вимагати відсторонення осіб від роботи, які не пройшли передбаченого законодавством інструктажу, перевірки знань, навчання, медичного огляду і не

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дотримуються вимог нормативно-правових актів з охорони праці або не мають відповідного допуску до робіт;

– видавати керівникам структурних підрозділів приписи щодо усунення виявлених недоліків, які є обов'язковими для виконання, одержувати від них необхідну інформацію, пояснення і документацію, яка стосується питань охорони праці.

Законодавством передбачені обов'язки працівників, які стосуються питань охорони праці [24]:

– знати і дотримуватись вимог нормативно-правових актів з охорони праці, правил поведінки з устаткуванням, механізмами, машинами та іншими засобами виробництва, використовувати засоби індивідуального і колективного захисту;

– дбати про особисте здоров'я і безпеку, а також про здоров'я і безпеку оточуючих осіб в процесі виконання будь-яких робіт перебуваючи на території підприємства;

– проходити у встановленому законодавством порядку періодичні та попередні медичні огляди.

За порушення зазначених вимог працівник несе безпосередню відповідальність. Дотримання правил виробничої санітарії і безпеки залежить не лише від того, як роботодавець виконує свої обов'язки, а і від знань з охорони праці та рівня виконавчої дисципліни кожного працівника. Тому всі працівники під час прийому на роботу і в процесі виконання роботи зобов'язані [25]:

– проходити на підприємстві інструктаж з охорони праці;

– знати правила поведінки при виникненні аварій;

– вміти надавати першу медичну допомогу особам, які постраждали від нещасних випадків.

Інструктаж і навчання працівників з охорони праці є обов'язковою складовою частиною системи управління охороною праці і виконується з усіма працівниками впродовж їхньої трудової діяльності. Ліквідувати службу охорони праці можна лише у випадку припинення використання найманої праці чи ліквідації підприємства.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблена комп'ютеризована система для запобігання протіканню води та затопленню приміщення. Були отримані такі результати:

1. Після аналізу існуючих СКПВ визначено їх переваги та недоліки.
2. Розроблено апаратну частину системи, яка відповідає вимогам безпеки та надійності. Зокрема, синтезовано структурну, функціональну та електричну принципову схеми.
3. Розроблено алгоритм роботи комп'ютеризованої системи.
4. Написано програмне забезпечення для реалізації обробки та аналізу даних від давачів протікання води та керування електричним клапаном.
5. Проведено тестування системи з метою визначення її працездатності та ефективності.

Отримані результати демонструють високу ефективність розробленої системи та її можливість використання як в домашніх, так і в комерційних умовах. Застосування системи може значно знизити ризик затоплення приміщень.

У майбутньому передбачається реалізація нових функцій для системи, таких як інтеграція з іншими підсистемами "розумного будинку" або можливість віддаленого керування системою через мобільний додаток.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hebbel G. V., Vita J. J. Top 10 Insurance Cases of 2020. URL: <https://www.sdvlaw.com/insights/top-10-insurance-cases-of-2020> (дата звернення: 16.05.2023).

2. Звіт запро основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2021 році. URL: <https://www.minregion.gov.ua/about/plan-diyalnosti-ministerstva/zvit-za-rezultatamy-diyalnosti-minregionu-u-2020-roczii/attachment/zvit-diyalnosti-minregionu-za-2020-rik/> (дата звернення: 16.05.2023).

3. Система захисту від затоплення Ajax Systems. URL: <https://ajax.systems/ua/products/water-leak-prevention/> (дата звернення: 17.05.2023).

4. Система захисту від потопу для розумного будинку Tervix ZigBee Water Stop. URL: [https://tervix.ua/product/Tervix/rozumniy\\_budinok/rishennya/](https://tervix.ua/product/Tervix/rozumniy_budinok/rishennya/) (дата звернення: 17.05.2023).

5. Система контролю протікання води Neptun Aquacontrol. URL: <https://neptun.ua/products/zashchita-ot-potopa/provodnie-komplekti/83.html> (дата звернення: 17.05.2023).

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

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

8. Palamar M., Pasternak Y., Palamar A., Poikhalo A. Precision tracking of the trajectory LEO satellite by antenna with induction motors in the control system. Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS 2017), Bucharest, Romania. 2017. Vol. 2, P. 1051-1055.

9. Лупенко С. А., Пасічник В. В., Тиш Є. В. Комп'ютерна логіка. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006». 2015. 354 с.

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

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

12. Palamar A., Pettai E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics. 8th International Symposium «Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering» and «Doctoral School of Energy and Geotechnology II», Pärnu, Estonia. 2010. P. 54–61.

13. Паламар А. М. Комп'ютерна система для моніторингу параметрів джерел безперебійного живлення на основі технології Internet of Things. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій», Тернопіль. 2019. С. 208–209.

14. Палій Р. Я., Паламар А. М. Система моніторингу технічного стану транспортних засобів на основі технології інтернету речей. Матеріали V науковотехнічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології". 2018. С. 77.

15. Паламар М. І., Паламар А. М. Система керування і моніторингу пристроїв гарантованого електроживлення. Праці II Міжнародної науково-технічної конференції «Світлотехніка й електротехніка: історія, проблеми й перспективи», Тернопіль. 2005. С. 135–139.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Купратий І.Г., Паламар А.М. Комп'ютерна система для дистанційного моніторингу стану здоров'я пацієнтів. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів, Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. С. 142.

17. Паламар А.М., Купратий І.Г. Система для дистанційного моніторингу стану здоров'я пацієнтів на основі інтернету медичних речей. Матеріали X науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології», Тернопіль: ТНТУ, 2022. С. 85.

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

19. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Інформаційно-вимірювальна система для контролю метеорологічних параметрів на основі Інтернету речей. Матеріали ІХ науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології", Тернопіль: ТНТУ, 2021. С. 118.

20. Ларіоник Р.В., Луцик Н.С., Паламар А.М. Система для моніторингу якості атмосферного повітря на базі ІоТ. Матеріали ІХ науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології", Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 116.

21. Бедрій І.Я., Нечай В.Я. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. – Львів: Манголія 2006, 2007. 499 с.

22. Желібо Є. П. Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Каравела, 2004. 328 с.

23. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Основа. 2011. 526 с.

24. Толок А.О. Крюковська О.А. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник. 2011. 215 с.

25. Яремко З. М. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. Львів. 2005. 301 с.

					КС КРБ 123.020.00.00 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А  
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедрою КС

\_\_\_\_\_ Осухівська Г.М.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПРОТІКАННЯ ВОДИ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на  8  листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Паламар А.М.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІзс-42

\_\_\_\_\_ Зозуля Т. Ю.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

Тернопіль 2023

## 1 Загальні відомості

### 1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Комп'ютеризована система контролю протікання води».

Умовне позначення дипломного проекту: КС КРБ 123.020.00.00.

### 1.2 Виконавець

Студент групи СІзс-42, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Зозуля Тарас Юрійович.

### 1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету № 4/7-556 від «16» травня 2023 року.

### 1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 16.05.2023 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 11.06.2023 р.

## 1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Оформлення технічної документації до кваліфікаційної роботи бакалавра здійснюється згідно діючих вимог вітчизняних та міжнародних стандартів. Технічна документація до кваліфікаційної роботи бакалавра включає в себе текст пояснювальної записки та креслення, які максимально інформативно та стисло відображають основні результати розробки комп'ютеризованої системи контролю протікання води. Основними регламентними документами при оформленні та пред'явленні результатів проектування є групи діючих стандартів ДСТУ, ГОСТ, ISO та ЄСКД, ЕСПД. Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи бакалавра відбувається шляхом захисту роботи на відповідному засіданні ДЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

## 2 Призначення і цілі створення системи

### 2.1 Призначення системи

Система призначена для забезпечення контролю протікання води в приміщенні.

### 2.2 Мета створення системи

Метою створення системи контролю протікання води є:

- запобігання ризикам, що пов'язані з протіканням води та затопленням приміщень, які можуть призвести до значних фінансових втрат та небезпеки для життя людей;
- вчасне виявлення витоків води, що дозволяє оперативно приймати рішення та запобігати серйозним наслідкам;

– забезпечення безпеки та комфорту життя людей, а також запобігання збитків від затоплень та інших наслідків протікання води.

### 2.3 Характеристика об'єкту

Система проєктується для контролю протікання води, що включає в себе:

- розробку структурної схеми;
- розробку схеми електричної принципової;
- розробку алгоритму роботи;
- написання програмного забезпечення для мікроконтролера.

## 3 Вимоги до системи

### 3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система контролю протікання води повинна відповідати певним вимогам:

1. Надійність та безпека.
2. Швидкість реакції.
3. Точність та чутливість.
4. Простота в управлінні та налаштуванні.
5. Економічність.
6. Гнучкість.
7. Можливість інтеграції.
8. Енергоефективність.

#### 3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи



Структура системи контролю протікання води в приміщенні включає в себе:

- однокристальний мікроконтролер, який забезпечує загальне керування функціонуванням системи;
- датчик виявлення протікання води;
- сервоклапан для перекривання подачі води.

В загальному випадку, структура системи повинна реалізовувати функції контролю протікання води в приміщенні.

Основні функціональні вимоги характеризуються наступними критеріями:

- точність вимірювання;
- надійність;
- захищеність;
- зручність монтажу та модернізації;
- контрольованість.

### 3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Обмін даними між компонентами системи контролю протікання води повинен здійснюватися з використанням безпроводних технологій передачі інформації.

### 3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Система повинна функціонувати в двох режимах роботи: режим моніторингу та режим керування. Режим моніторингу передбачає контроль протікання води в приміщенні. Режим керування передбачає запуск процесу перекривання подачі води у випадку виявлення факту протікання шляхом закриття електроклапана.

### 3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Передбачаються перспективи розвитку пристрою, що включають масштабування та інтеграцію з іншими системами безпеки та давачами, що використовуються в будівлі.

### 3.1.5 Вимоги до надійності системи

Система повинна бути захищена від фізичних чи механічних пошкоджень на рівні апаратного та програмного забезпечення. Надійність системи повинна забезпечувати відновлюваність функціонування у випадку збою апаратного чи програмного забезпечення.

Показники надійності системи контролю протікання води в приміщенні повинні відповідати вимогам ДСТУ 50136-1. Ймовірність безвідмовної роботи системи повинна складати не менше 99,6 %.

### 3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

- контроль протікання води;
- відключення водопостачання при виявленні факту протікання води;
- моніторинг та аналіз даних;
- відстеження інформації про стан системи;
- інтеграцію з іншими системами.

### 3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Вимоги до елементної бази розробки:

- режими роботи і умови експлуатації вибраних елементів повинні відповідати вказаним в ТЗ;

- вибрана елементна база має забезпечувати необхідні режими роботи системи;
- елементна база по можливості має бути широкоживаною, доступною і дешевою. Необхідно також враховувати можливість заміни вибраних елементів на аналогічні (вітчизняні чи імпортного виробництва).

Вимоги до мікроконтролера:

- мікроконтролер має підтримувати RISC архітектуру команд;
- мікроконтролер повинен містити необхідний набір вбудованих периферійних пристроїв (таймери, АЦП і т.п.) та потрібну кількість керованих портів введення /виведення.

#### 4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

Комплект конструкторської документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
  1. структурна схема системи контролю протікання води;
  2. функціональна схема модуля керування;
  3. схема електрична принципова;
  4. блок-схема алгоритму роботи програми.

\*Примітка: В комплект конструкторської документації можуть вноситися зміни та доповнення в процесі розробки.

#### 5 Техніко-економічні показники

Собівартість розробки системи повинна становити не більше 4000 грн.

Термін експлуатації системи повинен бути не менший 10 років.

\*Примітка: собівартість системи може змінюватись під час розрахунку в процесі розробки.

## 6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання КРБ

№ етапу	Назва етапу виконання КРБ	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	08.05.2023 – 12.05.2023
2	Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень	13.05.2023 – 15.05.2023
3	Розробка структурної схеми	16.05.2023 – 20.05.2023
4	Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази	21.05.2023 – 24.05.2023
5	Розробка програмного забезпечення для проектованої системи	25.05.2023 – 30.05.2023
6	Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	31.05.2023 – 02.06.2023
7	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту	03.06.2023 – 07.06.2023
8	Оформлення графічної частини	08.06.2023 – 09.06.2023
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	10.06.2023 – 12.06.2023
10	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.2023 – 16.06.2023

## 7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Додаток Б  
Перелік елементів

Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
<u>Діоди</u>			
D1	1N4007S	1	
LED1	Світлодіод КР-2012ЕС (червоний)	1	
<u>П'єзодинамік</u>			
LS1	ТМВ12А05 Buzzer (активний п'єзодинамік)	1	
<u>Модулі</u>			
M1	GSM-модуль SIM800С	1	
U1	Модуль живлення DC 3,3V 5V 12V	1	
U2	Модуль Arduino Nano	1	
<u>Резистори</u>			
R1	0805-0,125-330 Ом±5%	1	
R2, R3	0805-0,125-1 кОм±5%	2	
R4	0805-0,125-2,2 кОм±5%	1	
R5	0805-0,125-2 кОм±5%	1	
<u>Реле</u>			
RL1	Реле SRA-05VDC-AD	1	
<u>Роз'єми</u>			
XP1, XP2	Роз'єм ХН2.54-3Р 3-х контактний	2	
XP3	Роз'єм живлення DC005 (5.5 x 2.1 мм) на плату	1	
XP4	Роз'єм ХН 2.54 2У з конекторами	1	
<u>Транзистори</u>			
Q1	BC547	1	

<b>КС КРБ 123.020.00.00 ПЕ</b>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Зозуля Т.Ю.		
Перевірів		Паламар А.М.		
Рецензент				
Н. Контр.		Тиш Є.В.		
Зав. каф.		Осухівська Г.М.		
Модуль для контролю протікання води Перелік елементів			Літ.	Арк.
				69
			Акрушіє 1	
ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42				

## Додаток В

### Лістинг програми

Лістинг В.1 – Код програми для мікроконтролера системи контролю протікання води.

```
// Підключення бібліотек
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Sim800L.h> // Для GSM модуля
#include <EEPROM.h> // Для пам'яті мікроконтролера

// Піни RX, TX для GSM модуля
const int gsmRxBin = 0;
const int gsmTxPin = 1;

// Ініціалізація GSM модуля
SoftwareSerial gsmSerial(gsmRxBin, gsmTxPin);
Sim800L gsmModule(gsmSerial);

// Ініціалізація пінів
const int ledPin = 4;           // Пін світлодіода
const int waterSensorPin1 = 5; // Пін давача протікання води 1
const int waterSensorPin2 = 6; // Пін давача протікання води 2
const int valvePin = 12;       // Пін керування електричним клапаном
const int buzzerPin = 13;      // Пін керування п'єзодинаміком

// Ініціалізація об'єктів
SoftwareSerial gsmSerial(0, 1); // Піни RX, TX для GSM модуля

// Змінні стану
int waterSensor1State = 0; // Стан давача протікання води 1
int waterSensor2State = 0; // Стан давача протікання води 2

// Функція для надсилання SMS
```

```

void sendSMS(const char* phoneNumber, const char* message) {
    gsmModule.sendSMS(phoneNumber, message);
}

// Адреса в пам'яті EEPROM для збереження даних
const int dataAddress = 0;

// Функція ініціалізації
void setup() {
    // Ініціалізація пінів
    pinMode(waterSensorPin1, INPUT);
    pinMode(waterSensorPin2, INPUT);
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    pinMode(valvePin, OUTPUT);
    pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

    // Ініціалізація з'єднання з GSM модулем
    gsmSerial.begin(9600);

    // Ініціалізація флеш-пам'яті
    EEPROM.begin(512);
    // Закінчуємо роботу з флеш-пам'яттю
    EEPROM.end();

    delay(1000);
}

// Основний цикл програми
void loop() {
    // Зчитування стану давачів протікання води
    waterSensor1State = digitalRead(waterSensorPin1);
    waterSensor2State = digitalRead(waterSensorPin2);

    // Перевірка протікання води
    if (waterSensor1State == HIGH || waterSensor2State == HIGH) {
        // Протікання виявлено
    }
}

```



```

// Закриття клапана
digitalWrite(valvePin, HIGH);

// Ввімкнення п'єзодинаміка
digitalWrite(buzzerPin, HIGH);

// Відправка сповіщення через GSM модуль
gsmSerial.println("Протікання води виявлено!");

// Відправлення сповіщення через GSM модуль
const char* phoneNumber = "+380981234567"; // телефону
const char* message = "Протікання води виявлено!";

sendSMS(phoneNumber, message);

// Записуємо значення у флеш-пам'ять
EEPROM.put(dataAddress1, waterSensor1State);
// Записуємо значення у флеш-пам'ять
EEPROM.put(dataAddress2, waterSensor2State);

} else {
// Немає протікання

// Відкриття клапана
digitalWrite(valvePin, LOW);

// Вимкнення п'єзодинаміка
digitalWrite(buzzerPin, LOW);
}

// Затримка між ітераціями циклу
delay(1000);
}

```