

Міністерство освіти і науки України  
Криворізький національний університет  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра автоматизації, комп'ютерних наук і технологій

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття ступеня вищої освіти – бакалавр  
за освітньо-професійною програмою  
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

зі спеціальності

151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

тема роботи:

***«Автоматизована система обліку споживання води та стану розрахунків  
абонентів житлового будинку»***

Виконав студент гр. АКІТ-20 \_\_\_\_\_ Магера А. С.

Керівник \_\_\_\_\_ Маринич І. А.

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Маринич І. А.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Рубан С. А.

# КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: інформаційних технологій

Кафедра: автоматизації, комп'ютерних наук і технологій

Ступінь вищої освіти: Бакалавр

Спеціальність: 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедрою: к.т.н. Рубан С.А.

« 25 » березня 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студентові групи АКІТ-20 Магері Анні Сергіївні

**1. Тема кваліфікаційної роботи:** «Автоматизована система обліку споживання води та стану розрахунків абонентів житлового будинку»

затверджено наказом по університету № 231с від 25.03.2024 р.

**2. Термін здачі кваліфікаційної роботи:** 03.06.2024 р.

**3. Склад кваліфікаційної роботи:** Пояснювальна записка обсягом 72с., презентація у Microsoft PowerPoint (10 слайдів) в електронному та друкованому вигляді

**4. Консультанти кваліфікаційної роботи:**

Розділ 1-2

доц. Маринич І. А.

Нормоконтроль

доц. Маринич І. А.

## 5. Календарний план:

№	Етапи роботи	Термін виконання
1	<i>Вступ</i>	<i>01.03.24</i>
2	<i>Розділ 1</i>	<i>05.04.24</i>
3	<i>Розділ 2</i>	<i>01.05.24</i>
4	<i>Висновки</i>	<i>25.05.24</i>
5	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	<i>28.05.24</i>
6	<i>Підготовка презентації та графічного матеріалу</i>	<i>20.05.24</i>
7	<i>Підготовка доповіді до захисту</i>	<i>03.06.24</i>

6. Дата видачі завдання: 29.01.2024р.

Керівник \_\_\_\_\_ / Маринич І. А./

7. **Запевнення:** Я, Магера Анна Сергіївна, запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про академічну доброчесність Криворізького національного університету ознайомлений.

Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі умисних порушень робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

Студент \_\_\_\_\_ / Магера А. С./

## АНОТАЦІЯ

Магера А. С. «Автоматизована система обліку споживання води та стану розрахунків абонентів житлового будинку».

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеню вищої освіти – бакалавр, за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – Криворізький національний університет, Кривий Ріг, 2024.

Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку літератури з 27 позицій і 4 додатків. Загальний обсяг роботи становить 74 сторінки, з яких основний зміст роботи викладено на 65 сторінках, робота включає 11 таблиці і 19 рисунки.

Об'єктом дослідження є автоматизована система обліку споживання води та стану розрахунків абонентів житлового будинку. Розробка даної системи є актуальною на теперішній час.

Метою роботи є питання автоматизації обліку споживання води, а саме розробка системи автоматизації обліку споживання води та стану розрахунків житлового будинку.

У першому розділі зроблено аналіз процесу постачання води, існуючих систем автоматизованого обліку споживання води та сучасних методів реалізації.

У другому розділі розроблено структуру автоматизованої системи обліку, обрано технічне і програмне забезпечення. Розроблена база даних, яка складається з оптимальної кількості таблиць необхідних для забезпечення роботи системи обліку споживання та розрахунків абонентів будинку.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, БАЗА ДАНИХ,  
ВОДОПОСТАЧАННЯ, ЛІЧИЛЬНИК-РЕЄСТРАТОР, ОБЛІК СПОЖИВАННЯ  
ВОДИ

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>АНОТАЦІЯ</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Магера А.С.</i>						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Маринич І.А.</i>							3	1
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маринич І.А.</i>						<i>КНУ АКІТ-20</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Тронь В.В.</i>								

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СИСТЕМ ОБЛІКУ СПОЖИВАННЯ ВОДИ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	8
1.1 Характеристика об'єкту автоматизації.....	8
1.2 Опис діючої системи автоматизації.....	9
1.3 Огляд існуючих аналогів систем автоматизації.....	13
1.3.1 Система контролю споживання води та дистанційного обліку води «Sea electronics».....	13
1.3.2 Автоматизована система для комунального обліку "Есіон".....	15
1.3.3 Автоматизована система контролю та обліку води "Пульсар".....	17
1.4 Вимоги до автоматизованої системи обліку споживання води та стану розрахунків абонентів.....	18
1.4.1 Призначення й мета створення системи.....	18
1.4.2 Формування вимог до системи .....	19
1.4.3 Вимоги до програмного забезпечення.....	20
1.4.4 Вимоги до функціональних задач.....	21
1.4.5 Нефункціональні вимоги.....	22
1.5 Обґрунтування вибору системи.....	23
Висновки за розділом.....	23
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ОБЛІКУ СПОЖИВАННЯ ВОДИ ТА ЇЇ ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ.....	25
2.1 Розробка функціональної схеми АС ОСВ.....	25

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ЗМІСТ</i>					
Розроб.		Магера А.С.						Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Маринич І.А.						4	2	
Н. Контр.		Маринич І.А.						<i>КНУ АКІТ-20</i>		
Затверд.		Тронь В.В.								

2.2 Технічне забезпечення.....	28
2.3 Структура передачі даних у запропонованій системі.....	30
2.4 Призначення програмного забезпечення.....	34
2.5 Розробка структури бази даних.....	35
2.6 Програмна реалізація системи.....	53
2.7.Реалізація бази даних.....	57
2.8 Приклад розгортання запропонованої системи.....	60
Висновки до розділу.....	63
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	66
ДОДАТОК А. Ультразвуковий вимірювальний перетворювач ХМТ868.....	69
ДОДАТОК Б. Контролер (лічильник-реєстратор) КМ-К-3Z.....	71
ДОДАТОК В. Поверхневий контролер КМ-К-8Z.....	72
ДОДАТОК Г. Домовий контролер збору даних КМ-ДZ.....	73

## ВСТУП

В сучасних умовах організації виконують подачу води на підприємства і в житлові будинки. З такими підприємствами необхідно розраховуватись за використований об'єм води, яка поставляється на договірних умовах.

Незважаючи на високий рівень вимог до міських комунальних водопровідних підприємств по надійності забезпечення водою споживачів, рівень автоматизації на них ще залишається досить низьким, що не дозволяє відстежувати реальний стан магістралей водопровідних мереж (порив, закупорка трубопроводу), оперативно змінювати режим роботи насосного обладнання в відповідно до поточного водоспоживання, а також запобігати аварійним ситуаціям і збоям в гідросистемі.

Автоматизована система обліку споживання води (АС ОСВ) дозволяє збирати інформацію про споживання води та вести облік витрат води, на основі якою в подальшому відбуваються фінансові розрахунки за використану воду. На основі даних, отриманих від системи обліку споживання води, можливо проводити заходи для збереження води. Така система встановлюється в муніципальних і приватних домоволодіннях, компаніях, управляючих жилими фондами, а також компаніях-постачальниках води.

В результаті установки системи обліку води у надавача послуг з'являється інструмент для фінансових розрахунків за споживаний об'єм води, а також дозволяє отримувати достовірну інформацію для подальшого впровадження зберігаючи воду заходів.

АС ОСВ визначається тим, що їх результати для входження в систему піддаються математичній і логічній обробці, яка забезпечує:

- облік і оброку позаштатних ситуацій;
- відсутність недостовірних результатів вимірів;

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВСТУП</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Магера А.С.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Маринич І.А.</i>					6	2
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маринич І.А.</i>				<i>КНУ АКІТ-20</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Тронь В.В.</i>						

- формування годинних, добових або місячних архівів.

Впровадження автоматизованої системи обліку споживання води дозволить виконувати автоматичний збір, накопичення, зберігання, обробку та відображення інформації, а також надає можливість її передачі по каналах зв'язку на центральний диспетчерський пункт організації постачальника води.

Метою даної роботи являється створення автоматизованої системи обліку з метою по квартирному розрахунку витрат води і передачі даних диспетчеру.

Підставою для розробки теми являється недостатньо високий рівень існуючої автоматизованої системи, унаслідок чого не може успішно проводитися розрахунки за послуги.

Для вирішення цього завдання потрібно:

- ознайомитися з процесом обліку споживання води;
- провести аналітичний огляд технічної літератури з даної проблематики;
- здійснити вибір елементів, що забезпечують працездатність системи;
- розробити функціональну схему автоматизованої системи обліку споживання води;

Для досягнення цієї мети АС ОСВ повинна виконувати наступні завдання:

- організація передачі інформації про витрати холодної води;
- обробка отриманої інформації;
- формування розрахункових документів для оплати;
- задовольняти вимоги раціональності, цілісності, комплектності, перспективності та динамічності.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7



## РОЗДІЛ 1

# АНАЛІЗ СИСТЕМ ОБЛІКУ СПОЖИВАННЯ ВОДИ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ

### 1.1 Характеристика об'єкту автоматизації

Розглянемо на прикладі КП «Кривбасводоканал», який забезпечує послуги водопостачання для жителів Кривого Рогу, використовуючи розгалужений комплекс виробничих об'єктів. [1]

Основними видами діяльності підприємства являються:

- очистка стічних вод;
- постачання води для житлового фонду, об'єктів соціально-культурного побуту та ін.;
- впровадження передових технологій.

Підприємство виконує водопостачання з Карачунівського та Південного водосховища.

Підприємство управляє 114 каналізаційними насосними станціями та майже 2 тисячами кілометрів каналізаційних мереж, які відповідають за транспортування стоків. Також є 72 водопровідні станції підкачки та 1 тисяча кілометрів мереж, що забезпечують розподіл води серед споживачів по всьому місту.

Для очищення стічних вод використовується комплекс споруд, де стічна вода проходить етапи очищення: спочатку від великого сміття, а потім від менших забруднень.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Магера А.С.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Маринич І. А.</i>				8	15
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маринич І.А.</i>			<i>КНУ АКІТ-20</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Троне В.В.</i>					
<i>РОЗДІЛ 1</i>							

## 1.2 Опис діючої системи автоматизації

Розглянемо діючу систему автоматизації у КП «Кривбасводоканал» на прикладі насосної станції, де відбувається розрахунок спожитої води.

Насосна станція - це складний комплекс насосних установок, споруд і пристроїв, що забезпечують в сукупності безперебійну подачу питної води споживачеві через розводящу мережу системи водопостачання, тому в експлуатаційному відношенні насосна станція є основним виробничим цехом.

Насосна станція складається з машинного залу, розподільного пристрою 0,4 кВ та побутових приміщень. У машзалі розташовано три насосних агрегати (Рисунок 1.1) з електродвигунами з короткозамкненим ротором.

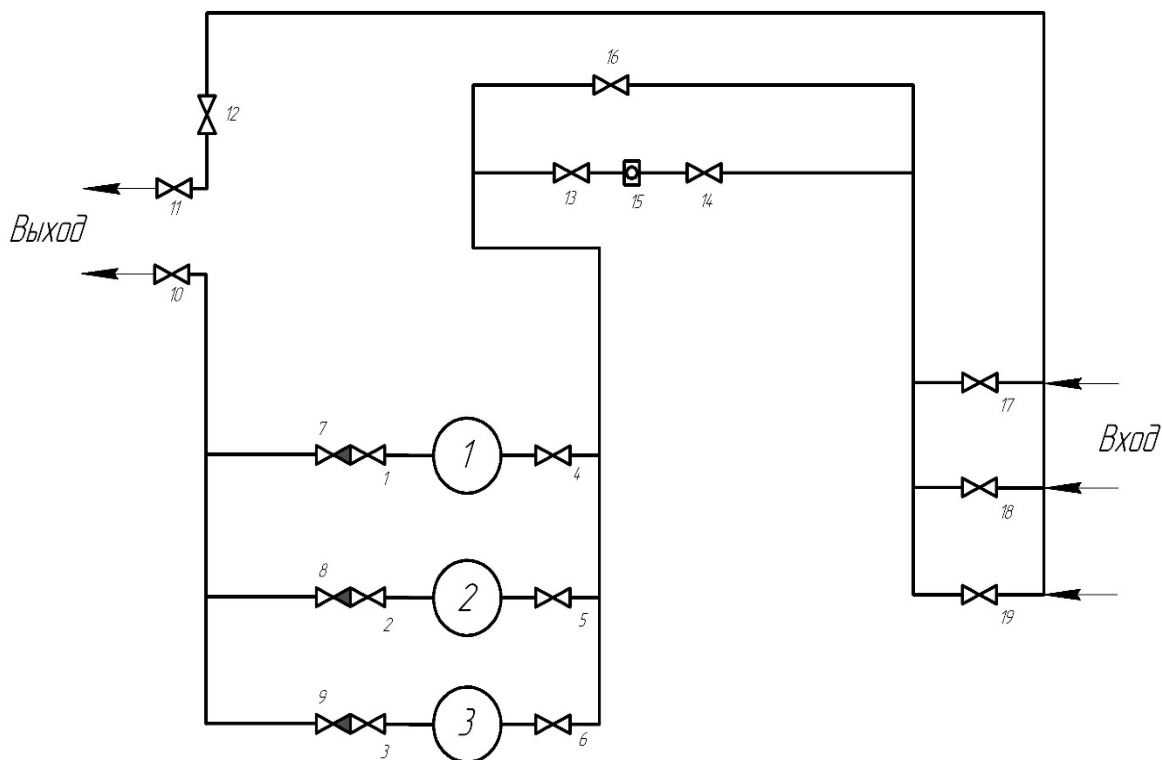


Рисунок 1.1 – Структурна схема насосної станції

Технологічний процес полягає в тому, що вода надходить з магістралі водопостачання на вхідні засуви №17, 18, 19, потім по трубопроводу надходить на засуву №14, йде через витратомір №15, засуву №13 і надходить на всмоктувальні засуви №4,5,6. При ремонті засувів №14,13 вода проходить через засуву №16 і надходить на засуви №4,5,6 і насоси №1,2,3. У роботі завжди

					КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

знаходиться один насос, другий - у резерві, третій - у ремонті. З виходу насосів вода надходить на напірні засуви №1,2,3 і зворотний клапан №7(8,9) і надходить в магістраль через засув №12, №11.

Відцентровий насос пускають в роботу тільки після заповнення всмоктувального трубопроводу і самого насоса водою. Для затоки насоса водою відкривають всмоктувальний засув №4(5,6), потім напірний засув №1(2,3) і вирівнюють тиск в магістралі. Закривають засув №1(2,3), запускають насосний агрегат №1(2,3) і засувом №1(2,3) виводять насосний агрегат №1(2,3) на потрібний тиск, спостерігаючи за показаннями манометра №20, яке повинно бути  $(0,4 \times 8) + 1 = 4,2$  атм.

Автоматизація дозволяє керувати насосними агрегатами без необхідності постійного присутності персоналу, покращує надійність роботи станцій, забезпечує збереження обладнання та здійснення роботи в найбільш економічних умовах.

Дані про стан датчиків та вимикачів моніторяться за допомогою програмованого логічного контролера.

ПЛК по заданому алгоритму включає або відключає насоси та регулює тиск в магістралі за допомогою зміни обертів електродвигуна. Робота насосів здійснюється повністю в автоматичному режимі.

Роботу насосів, при необхідності, можна включити або вимкнути вручну за допомогою перемикачів на щиті.

Для функціонування автоматизованої системи використовується наступне обладнання.

Контролер Modikon M241 (TM241SEC24R) [2], що призначається для високопродуктивних компактних машин. Він оснащений вбудованим портом Ethernet із функціями FTP та веб-сервера, що дозволяє легко інтегрувати архітектуру системи керування для віддаленого моніторингу та технічного обслуговування машин.

Основні характеристики:

- Оснащується вимикачем Run/Stop;

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Оснащується слотом для карти пам'яті SD;
- PID-регулювання;
- 4 виходи контролю положення.



Рисунок 1.2 – Контролер Modikon M241

Тепловодолічильник Ергомера 125 призначений для технологічного обліку кількості води, стоків чи інших рідин, на промислових об'єктах та об'єктах комунальної власності. Він призначений для роботи в автоматизованих системах вимірювання, контролю та керування, забезпечує неперервне перетворення вимірюваних величин – теплової потужності, витрати, температури, тиску в уніфіковані токові, імпульсні сигнали в цифровий сигнал по протоколу обміну інтерфейсу RS-232 або RS-485. [3]



Рисунок 1.3 - Тепловодолічильник Ергомера 125

Частотний перетворювач Delta CP2000 може забезпечити декілька способів керування електродвигуном – V/F, SVC, FOC sensorless як для постійного, так и змінного режиму навантаження. Він може використовуватися для одночасного керування 8 насосами, що покращує ефективність використання обладнання та економії електроенергії. [5]

Основні особливості:

- Модульна конструкція;

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- Вбудований ЖК дисплей;
- Діапазон потужностей 0,75 кВт ~ 400 кВт;
- Функція адаптації до зміни навантаження;
- Відповідність міжнародним стандартам CE/UL/CUL.



Рисунок 1.4 - Частотний перетворювач Delta CP2000

Датчик тиску MBS 1250 [6]:

- Унікальна тонкоплівкова технологія
- Діапазон вимірювання від 0 – 10 до 0 – 3000 бар;
- Вбудований демпфер для захисту від гідроударів та пульсацій тиску;
- Для середовищ з температурою до 125°C.



Рисунок 1.5 - Датчик тиску MBS 1250

					КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Зараз КП «Кривбасводоканал» виконує облік споживання води не для окремих абонентів, а для всіх абонентів, які підключені до насосної станції. Розрахунок оплати за спожиту воду відбувається на основі показань стандартних лічильників, данні з яких знімаються абонентами та контролерами підприємства. Для створення автоматизованої системи обліку споживання води та розрахунку абонентів буде розглянуто приклади таких систем інших водопостачальних компаній.

### 1.3 Огляд існуючих аналогів систем автоматизації

#### 1.3.1 Система контролю споживання води та дистанційного обліку води «Sea electronics»

Система дистанційного обліку та контролю споживання води компанії «Sea electronics» складається з диспетчерського центру і терміналів збору даних. [7]

Апаратна складова терміналу для збору даних складається зі спеціалізованої плати, оснащеної GSM модулем, джерелом живлення та вхідними колами для з'єднання з імпульсними входами лічильників. Мікроконтролер, який працює на базі скрипта, забезпечує підрахунок імпульсів на цифрових входах і зберігання зібраних даних у пам'яті.

Завдання, які виконує система, включають:

- автоматизований збір даних з приладів обліку;
- отримання миттєвих показників приладів обліку за запитом від оператора;
- збереження у терміналі даних про споживання на початку визначених періодів (доби, місяця);
- акумуляція у терміналі даних про потужність споживання за кожні 30 хвилин для аналізу аварійних ситуацій і виявлення несанкціонованих дій;
- автоматична відправка зібраних даних до диспетчерського центру і хронологічне збереження інформації у базі даних;

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

- візуалізація акумульованих даних у формі таблиць та графіків;
- відправлення звітів через електронну пошту на відстані;
- аналіз сигналів від додаткових датчиків, що включають безпеку точок обліку і реєстрацію спроб втручання в систему.

На рисунку 1.6 представлено інтерфейс розглянутої вище системи.

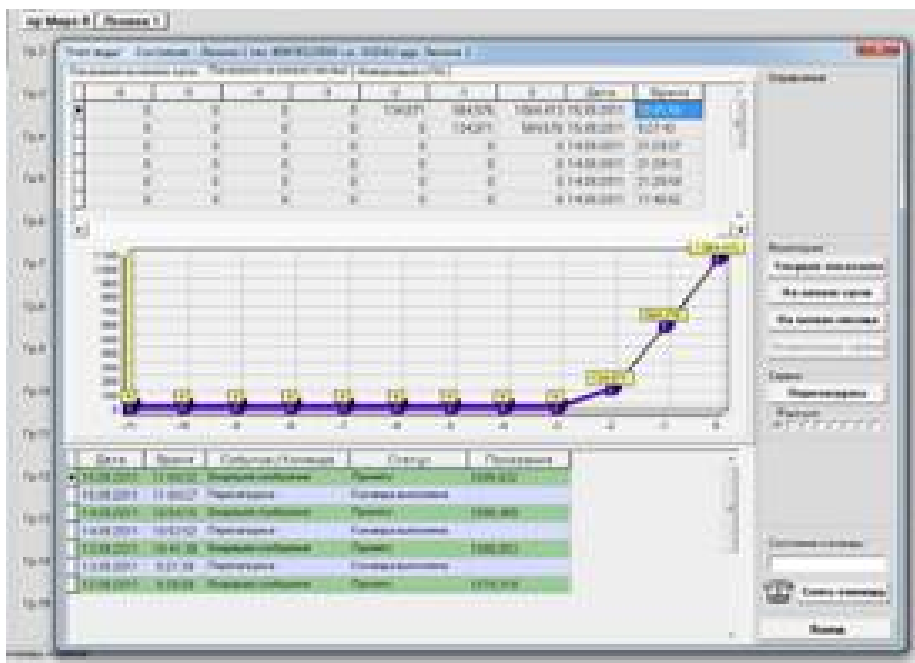
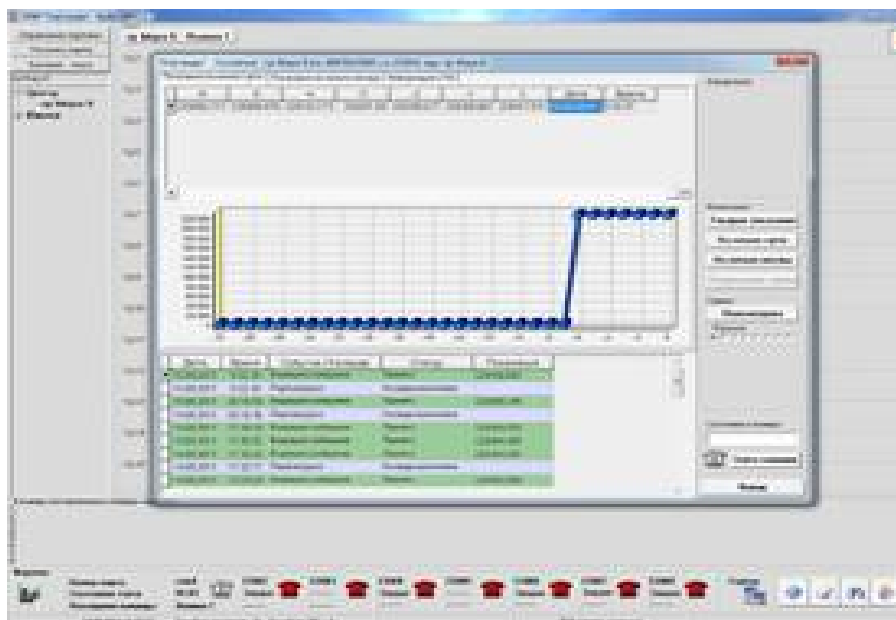


Рисунок 1.6 – Інтерфейс програми обліку споживання води компанії «SEA Electronics»

Основні особливості системи включають:

- застосування бездротового GSM мікропроцесора з інтегрованим спеціалізованим програмним забезпеченням, яке забезпечує виконання всіх функцій передачі даних;

- використання мікроконтролера з дуже низьким рівнем енергоспоживання, що дозволяє проводити підрахунок імпульсів з приладів обліку, незалежно від наявності зовнішнього джерела живлення.

### 1.3.2 Автоматизована система для комунального обліку "Есіон"

Автоматизований процес включає збір даних з квартирних лічильників води та передачу цих показань до центру обробки даних (управляюча компанія або ТСЖ), де інформація узагальнюється та подається у формі рахунку-квитанції для оплати комунальних послуг.

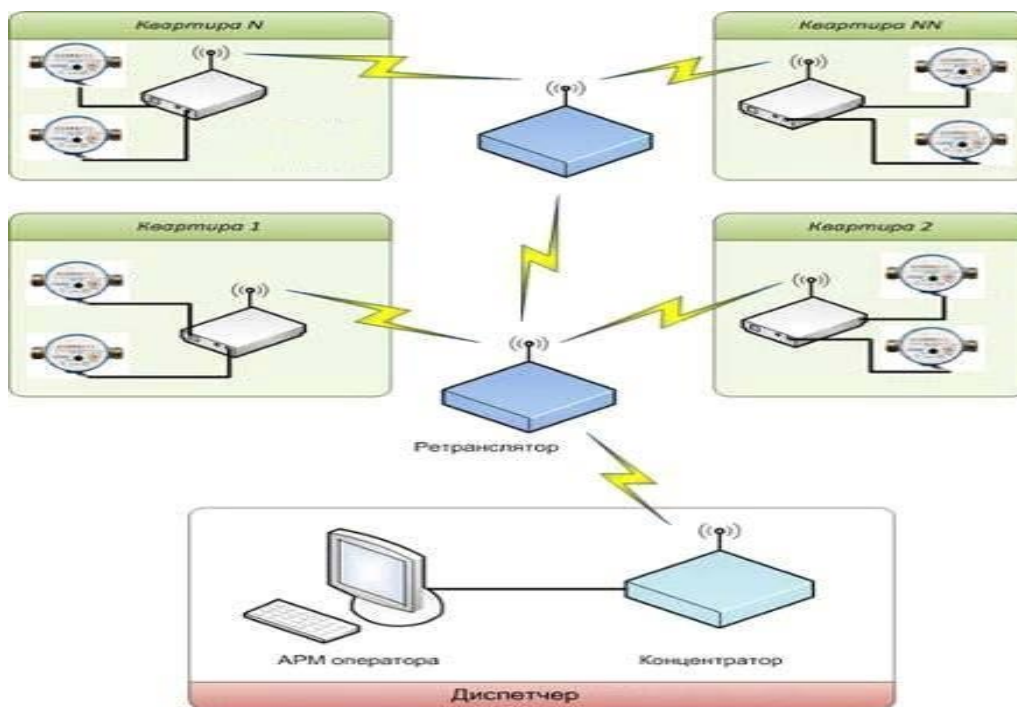


Рисунок 1.7 - Схема роботи автоматизованої системи "ЕСІОН"

Ключові елементи системи включають:

- квартирний вузол обліку;
- імпульсні лічильники;
- пристрій для збору даних та їх бездротової передачі;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



- система ретрансляторів для передачі даних;
- робоча станція оператора,
- концентратор потоків даних.

Основний принцип роботи полягає в тому, що водолічильник генерує серію імпульсів, які реєструються та акумулюються пристроєм для збору даних і їх бездротової передачі. В залежності від налаштувань системи (за вимогою оператора або в автоматичному режимі через певний час) цей прилад передає актуальні дані водолічильників до концентратора потоків даних, який перетворює і відправляє їх на робоче місце оператора.

Передача даних від квартирного вузла обліку до концентратора відбувається бездротово. Для забезпечення вищої надійності системи передачі можуть використовуватися ретранслятори, що монтуються в слабкострумівих щитках на кожному поверсі.

Фінальна обробка інформації про використані ресурси виконується на робочому місці оператора, включаючи підготовку рахунків та квитанцій для оплати комунальних послуг.

Позитивні наслідки впровадження системи включають:

- Об'єктивність у фіксації показників, що унеможлиблює маніпуляції з показниками водолічильників з боку мешканців.
- Швидкість та одночасність у знятті показань, забезпечуючи точну синхронізацію між квартирними та загальнобудинковими водолічильниками.
- Можливість проведення об'єктивного автоматизованого аналізу споживання води, що дозволяє виявити несанкціоноване використання води, аварійні витoki та нераціональне використання ресурсів для загальнобудинкових потреб.

Також система допомагає у прогнозуванні споживання води по будинку, що сприяє оптимальному плануванню регламентних, профілактичних та ремонтних робіт на мережах та оптимізації роботи котелен.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

### 1.3.3 Автоматизована система контролю та обліку води "Пульсар"

Призначення системи полягає у автоматизованому комерційному та технологічному обліку споживання холодної води. Компоненти системи включають:

- лічильники енергоресурсів, які є зареєстрованими в Держреєстрі засобів вимірювань України і оснащені імпульсним телеметричним або цифровим виходом;

- реєстратори "Пульсар", що є вторинними приладами і до яких може підключатися до шістнадцяти первинних лічильників з імпульсним виходом. Ці реєстратори акумулюють дані з первинних лічильників, прив'язуючи їх до астрономічного часу, і передають їх у цифровому форматі на комп'ютер диспетчера через стандарт RS485;

- пристрої для збору і передачі даних, які виконують збір даних з реєстраторів "Пульсар" і лічильників енергоресурсів з цифровим виходом, зберігання і передачу даних на верхній рівень системи, а також синхронізацію роботи приладів обліку. Ці пристрої встановлюються безпосередньо на об'єкті.

Функції системи включають:

- управління базою даних про споживання ресурсів на персональному комп'ютері;

- створення аналітичних звітів, протоколів та графіків для друку;

- виставлення рахунків абонентам за використані ресурси;

- інформування користувачів про їхні платежі та споживання ресурсів;

- аналіз внутрішнього балансу надходження і споживання ресурсів для виявлення несанкціонованого використання;

- обмін даними та аналітичною інформацією між житлово-комунальними структурами та організаціями, що забезпечують водопостачання;

- синхронізація внутрішніх годинників реєстраторів імпульсів та лічильників з цифровим виходом;

- моніторинг комунікаційних ліній з лічильниками ресурсів;

- захист даних від несанкціонованого доступу.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

Переваги системи:

- Економічність: Система вигідна з точки зору вартості устаткування та монтажу, завдяки мінімальній кількості функціональних блоків і використанню коротких проводів. Це досягається за допомогою паралельного способу підключення лічильників імпульсів до загальної лінії.
- Надійність: Всі дані про споживання ресурсів зберігаються в автономній пам'яті лічильників, що дозволяє продовжувати реєстрацію даних навіть під час відключення електроенергії. Відсутність додаткових блоків для накопичення даних зменшує ризик пошкодження даних і збоїв. Протокол RS485 забезпечує захист даних від зовнішніх перешкод.
- Зручність і простота обслуговування: Систему легко налаштувати та обслуговувати без спеціальної підготовки персоналу. Інтерфейс програми інтуїтивно зрозумілий. Можливість зчитування даних безпосередньо на місці або передача даних через телефонний або GSM-модем спрощує процес. Оперативний контроль за роботою системи можливий на місці завдяки вбудованому індикатору.
- Різноманітність функцій: Система включає широкий спектр функцій, які задовольняють сучасні вимоги і можуть бути розширені без змін у структурі системи.
- Відкритість, сумісність, захищеність: Базується на відкритих протоколах передачі даних, забезпечуючи захист від несанкціонованого доступу. Система може використовувати як власне програмне забезпечення, так і сторонні обчислювальні програми, забезпечуючи широку сумісність.

#### 1.4 Вимоги до автоматизованої системи обліку споживання води та стану розрахунків абонентів

##### 1.4.1 Призначення й мета створення системи

АС ОСВ призначена для поквартирного обліку витрат холодної води з метою подальшого формування розрахункових документів для населення.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Цілями створення системи являється:

- отримання інформації про витрати холодної води;
- обробка отриманої інформації;
- передача інформації про витрати холодної води в кожній квартирі на головний сервер;
- формування розрахункових документів для оплати;

#### 1.4.2 Формування вимог до системи

Вимоги до системи в цілому:

- АС ОСВ повинна забезпечувати автоматичну реєстрацію обліку споживання води в кожній квартирі, формування бази даних в диспетчерському пункті;
- проектована система повинна задовольняти вимогам раціональності, цілісності, комплектності, перспективності та динамічності;

Раціональність досягається умовною оптимізацією, яка означає мінімізацію затрат на реалізацію при заданій експлуатаційній надійності. Цілісність обраного варіанта забезпечується найкращим поєднанням і взаємодією його частин. Комплексність обраного варіанту передбачає його збалансованість з урахуванням загальної цільової задачі при обладнанні об'єкта, реальних можливостей користувача. Перспективність обраного варіанта означає, що він повинен забезпечувати умови для свого розвитку з урахуванням можливих змін в процесі експлуатації. Динамічність обраного варіанту заключається в гарантованому виконанні ним цільових функцій на протязі заданого строку служби з урахуванням зносу і можливістю відновлення технічних засобів.

Надійність системи забезпечується шляхом проведення регулярного профілактичного обслуговування та впровадженням резервування. Важливою умовою є висока надійність як технічних засобів, так і програмного забезпечення.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Вимоги до безпеки мають базуватися на документації, що надається заводом-виробником технічних засобів, а також на діючих правилах електробезпеки та пожежної безпеки.

Обслуговування технічних засобів АС ОСВ здійснюється у відповідності з діючими технологічними процесами в організації з періодичність, встановленою заводами-виробниками технічних засобів і погоджується з фірмами, здійснюючими ремонт і профілактичне обслуговування системи.

Захист інформації в АС ОСВ від випадкових загроз повинен відбуватися шляхом копіювання інформації один раз кожен добу в кінці робочого дня.

Доступ до баз даних має бути суворо обмежений і захищений паролями, які встановлює адміністратор баз даних для кожного користувача, щоб гарантувати захист переданої та збереженої інформації від несанкціонованих змін, копіювання або знищення.

В автоматизованій системі ОСВ передбачено використання стандартних пакетів прикладного програмного забезпечення для зниження складності розробки та підтримки системи та для підвищення її надійності.

Інформаційне забезпечення системи повинно включати інструкції для використання персоналом автоматизованої системи ОСВ.

Програмне забезпечення повинно бути розроблено на мовах високого рівня і забезпечувати функціонування системи в режимі реального часу [10-11].

#### 1.4.3 Вимоги до програмного забезпечення

Програмне забезпечення має бути належно оснащене для забезпечення усіх необхідних функцій системи, включаючи інструменти для організації всіх потрібних процесів обробки даних. Воно повинне забезпечувати можливість виконання автоматизованих функцій у реальному часі в усіх регламентованих режимах роботи системи.

Програмне забезпечення повинне являти собою сукупність програмних засобів, що забезпечують разом з технічними засобами контроль, керування,

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		20

регулювання, метрологічний контроль каналів виміру, а також взаємодія з оперативним і експлуатаційним персоналом обчислювальних комплексів.

Вид представлення програмного забезпечення визначається на стадії проектування.

З огляду на вищевказані вимоги до програмного забезпечення доцільне застосування програмного пакета, що має наступні характеристики:

- наявність єдиної технологічної бази даних параметрів процесу з великою кількістю атрибутів, що характеризують перемінні (одиниці виміру, нижній і верхня межа шкали, коефіцієнт фільтрації, межі попереджувальної й аварійної сигналізації і т.д.);

- можливість модернізації і доповнень системи;

- забезпечення гарантованої швидкодії системи (період відновлення оперативної інформації на моніторі не більш 1,5сек, затримка в передачі керуючого впливу від оператора не більш 250мсек, затримка спрацьовування протиаварійних захистів і блокування не більш 100мсек);

#### 1.4.4 Вимоги до функціональних задач

Ось перелік функціональних завдань, які повинна виконувати розроблювана система:

- Запис і відшукування інформації за прізвищем абонента;

- Запис і відшукування інформації за назвою підприємства;

- Запис даних у довідники міст, мікрорайонів, вулиць, будинків, лічильників, пільг, тарифів, видів платежів, штрафів, груп підприємств, норм для підприємств, тарифів для підприємств;

- Запис і відшукування даних у журналах фізичних та юридичних осіб, штрафів;

- Запис, пошук та фільтрація даних у журналах оплат фізичних та юридичних осіб;

- Запис і пошук даних у журналах показань лічильників по холодній та гарячій воді для фізичних осіб, юридичних осіб та будинків;

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						21
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Можливість проведення розрахунків та зберігання результатів, формування звітів та рахунків для підприємств і абонентів;
- Захист бази даних від несанкціонованого доступу через пароль;
- Автоматичний розрахунок вартості послуг, автоматичний перерахунок при поверненнях, зміні тарифів, зміні пільг;
- Зберігання звітів у файлах на жорсткому диску та їх завантаження;
- Перегляд та друк всіх можливих звітів.

#### 1.4.5 Нефункціональні вимоги

Специфікація ключових нефункціональних вимог, важливих для проекту:

Застосовність:

- Невеликий час, необхідний для навчання як нових, так і досвідчених користувачів;
- Дотримання стандартів для графічного інтерфейсу користувача.

Надійність:

- Гарантія безперервної роботи;
- Пропускна спроможність комунікаційного каналу – 100 Mb/s;
- Можливість віддаленого доступу до комп'ютера, де буде розгорнута система;
- Доступність системи на рівні 5%.

Робочі характеристики:

- Швидкість завантаження інтернет-ресурсів від 0,1 до 1 секунди;
- Обробка до 100 транзакцій за секунду;
- Використання ресурсів від 1 Gb, залежно від кількості користувачів.

Проектні обмеження:

- Операційна система: Microsoft Windows 7/8;
- Система управління базами даних: MySQL;
- Інтегроване середовище розробки: Eclipse IDE for Java EE Developers.

Вимоги до документації:

- Наявність інтерактивної довідки.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Інтерфейси:

- Інтерфейс користувача реалізовано на Java.

### 1.5 Обґрунтування вибору системи

Основним технологічним параметром є витрата води. У якості поквартирного лічильника води пропонується використання витратоміра-лічильника ХМТ868, з нього інформація буде потрапляти регістратор КМ-К-3Z. Далі інформація збирається у контролері КМ-К-8Z. У якості домового контролера вибираємо КМ-ДZ.

Для прийому інформації в диспетчерській потрібно установити web-сервер, який має можливість приймати сигнали від домових контролерів через GSM-модуль.

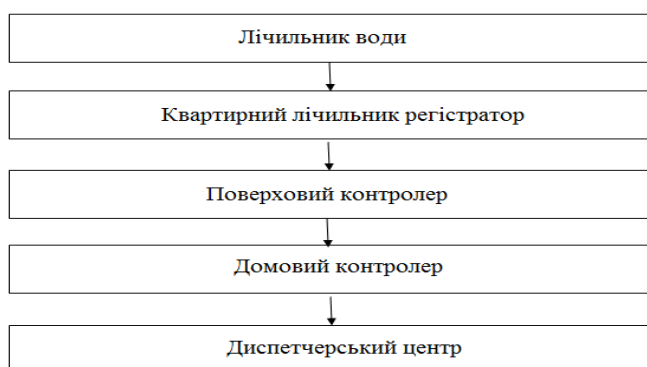


Рисунок 1.8 - Схема автоматизації обліку споживання води

Обране обладнання використовує стандарт ZigBee, який забезпечує сумісність пристроїв різних виробників. Також цей стандарт дозволяє легко конфігурувати систему, без складного програмування.

*Висновки за розділом:*

Розробка автоматизованої системи обліку споживання та розрахунку абонентів є доцільною, у зв'язку з відсутністю автоматизації даного процесу на підприємстві.

					КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Огляд існуючих аналогів автоматизованих систем обліку споживання води дозволив здійснити оптимальний вибір структури системи і технічних засобів.

Складання вимог до системи дозволило сформувавши чіткі функції, цілі і задачі, які ставляться перед системою.

Обрані технічні засоби задовольняють вимоги раціональності, цілісності, комплектності, перспективності та динамічності, які були поставлені для створення системи.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ОБЛІКУ СПОЖИВАННЯ ВОДИ ТА ЇЇ ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

#### 2.1 Розробка функціональної схеми АС ОСВ

Пропонована АС ОСВ реалізована на бездротовій технології і відрізняється комплексним підходом. Функціональна схема приведена на рисунку 2.1.

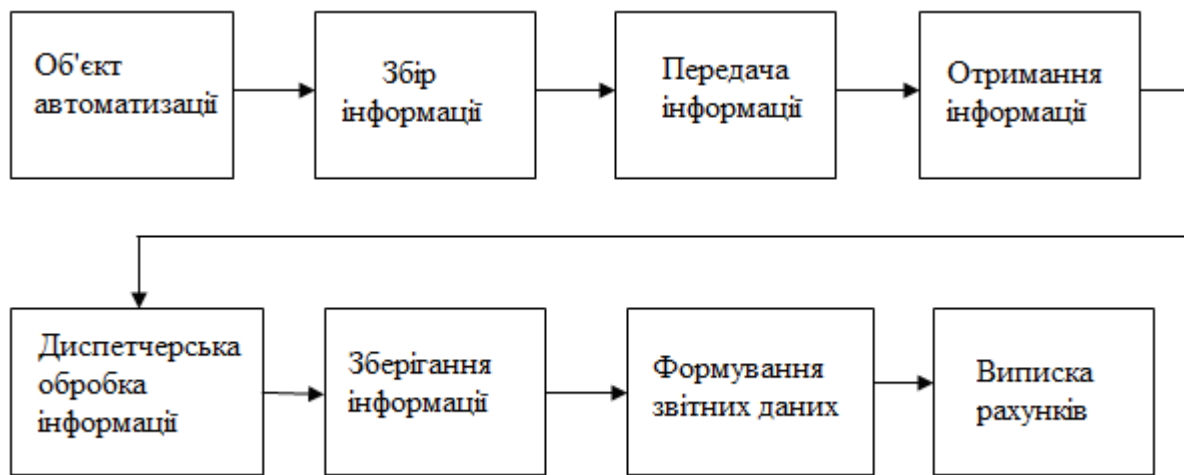


Рисунок 2.1 - Функціональна схема системи

Ці компоненти дозволяють створити ефективну систему автоматичного керування, яка забезпечує стабільне і плавне переміщення електродів відповідно до встановлених обмежень по швидкості та прискоренню (рис. 2.1).

*Об'єкт автоматизації:*

В якості поквартирного лічильника пропонується використання витратоміра-лічильника ХМТ878 фірми Ramometrics, який має токовий вихід 4-20 мА і стандартній порт RS232 для підключення контролера.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.02.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Магера А.С.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Маринич І.А.</i>				25	37
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маринич І.А.</i>			<i>КНУ АКІТ-20</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Тронець В.В.</i>					

*Збір інформації:*

Для прийому і обробки інформації до водолічильника підключений контролер. Вибираємо КМ-К-3Z, який містить управляючий МК MSP430F2232 і модем ETRX2 для передачі по квартирних даних на ПВК. ПВК виконує функцію маршрутизатора мережі. Вибираємо КМ-К8Z, який має мережеве живлення і використовує МК MSP430F149 і модем ETRX2-PA з додатковим посилювачем потужності для передачі поверхових даних на домовий контролер.

*Передача інформації:*

Для збору інформації від поверхових контролерів и подальшої передачі даних на сервер диспетчерської служби призначений домовий контролер, який розташовується в підвальному приміщенні будівлі або на горищі. Вибираємо КМ-ДZ, його вбудований модем ETRX2-PA заздалегідь програмується на роботу в якості центрального вузла збору даних.

*Отримання інформації:*

Для прийому інформації в диспетчерській встановлено web-сервер, який має можливість приймати сигнал від домових контролерів через GSM-модуль або по мережі Ethernet. Обираємо web-сервер «Energy Web-ZB», який являється частиною системи, працюючої по технології ZigBee.

*Диспетчерська обробка інформації:*

Для обробки інформації що надходить від web-сервера призначені персональні комп'ютери з ПО, встановленим на робочих місцях диспетчерів.

*Зберігання інформації:*

Для зберігання інформації використовується сервер БД, установлений в диспетчерській.

*Формування звітних даних:*

Для формування звітів назначено ПО, яке вже використовують в роботі диспетчерської.

*Виписка рахунків:*

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

Для виводу на друк рахунків призначені принтери, які вже встановлені в диспетчерській.

Розглянемо процедуру збору, передачі і реєстрації даних про споживання води. Алгоритм процедури зображено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 - Процедура збору, передачі і реєстрації даних про споживання води

Таким чином, АС ОСВ поєднує в собі підсистеми автоматизованого комерційного обліку та підсистему диспетчерського обліку і управління, відповідальну за контроль стану обладнання і виявлення аварійних ситуацій.

Для того, щоб полегшити процес установки системи в житловому будинку, в системі реалізоване використання бездротового зв'язку. Використання технології ZigBee дозволяє побудувати недорогу і надійну систему.

## 2.2 Технічне забезпечення

ХМТ868 – стаціонарний ультразвуковий вимірювальний перетворювач витрат фірми Panametrics. [12]



Рисунок 2.3 - Лічильник ХМТ868

Ультразвуковий вимірювальний перетворювач ХМТ868 має вбудовану технологію вимірювання витрати, і дозволяє визначати витрата як особливо

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

чистих рідин, так і рідких сумішей, що містять газові бульбашки і тверді включення, які значно послаблюють акустичні коливання. додатковий другий канал вимірювання витрати дає можливість ХМТ868 визначати витрата в двох різних трубах або в двох точках однієї і тієї ж труби. Більш детальні технічні характеристики наведені у Додатку А.

Також для забезпечення повної функціональності системи необхідна наявність контролеру (лічильника-реєстратора) КМ-К-3Z (рис. 2.4), який містить у собі МК MSP430F2232 та модем ETRX2 (технічні характеристики яких наведені у Додатку Б) та поверхневого контролеру КМ-К-8Z (рис. 2.5), який містить у собі МК MSP430F149 та модем ETRX2-PA (технічні характеристики яких наведені у Додатку В).



Рисунок 2.4 - Квартирний лічильник-реєстратор КМ-К-3Z



Рисунок 2.5 - Поверховий контролер КМ-К-8Z

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Та домового контролеру збору даних КМ-ДЗ (рис. 2.6), характеристики якого наведено у Додатку Г.



Рисунок 2.6 Домовий контролер КМ-ДЗ

### 2.3 Структура передачі даних у запропонованій системі

В якості елементної бази для реалізації бездротової системи поквартирного обліку обрані модеми ETRX2 компанії Telegesis, які надійні і мають невелику вартість.

Сьогодні вбудоване ПЗ модемів ETRX2, з однієї сторони, являється чітко продуманим програмним продуктом, а з іншої - забезпечує для користувача максимальну простоту і зручність в реалізації прикладної програми.

Вбудоване ПЗ модулів ETRX2 забезпечує реалізацію протоколів канальних і мережевих рівнів, підтримує виконання основних функцій меш-мережі, таких як ретрансляція даних, самонавчання та автовідновлення бездротової мережі, пошук оптимального маршруту.

Однією з переваг модемів ETRX2 являється те, що компанія Telegesis пропонує два варіанти виконання: бюджетний базовий варіант ETRX2 і модем

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

ETRX2-PA з додатковим посилювачем потужності на 100 мВт. Це дозволяє оптимізувати бездротову систему за ціною.

Модеми без посилювача на відкритому просторі мають радіус дії до 300 м, а в жиллому приміщенні дають можливість передавати повідомлення з квартири на поверхову площадку.

Модеми ETRX2-PA на відкритому просторі дозволяють передавати дані на відстань до 800 м, а в будівлі їх дальність дії складає від 3 до 5 поверхів.

Конфігурація модему відбувається шляхом програмування його внутрішніх регістрів. Усі модеми є ідентичними, тому для кожного з них необхідно визначити роль: координатора, маршрутизатора чи кінцевого вузла.

Система АТ-команд модемів ETRX2 вводить таке додаткове поняття, як центральний вузол збору даних в мережі – Sink.

Центральний вузол мережі призначається шляхом програмування відповідного конфігураційного регістра. Таким вузлом може стати координатор або будь-який з маршрутизаторів.

Важливою перевагою модемів ETRX2 є наявність сплячого режиму з малим струмом споживання 1 мкА, при якому продовжує працювати таймер, призначений для того, щоб в заданий час повернути модем з енергозберігаючого режиму в робочий. Це дає можливість ZigBee-пристрою працювати без зміни батарей кілька років.

У мережі для адресації пристроїв застосовується унікальний 64-бітний ідентифікатор, який вноситься в енергонезалежну пам'ять модемів ETRX2 на стадії виробництва.

Наявність вбудованого і перевіреного виробником програмного забезпечення, що реалізує всі основні операції в мережі, значно скорочує час розробки системи.

Система АТ-команд підтримує багатий набір функцій, таких як приєднання до бездротової мережі, моніторинг мережі, передача і прийом повідомлень по радіоканалу, введення/виведення цифрової інформації, введення аналогових сигналів, робота з таймерами і послідовним інтерфейсом.

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31



При цьому такі мережеві завдання, як ретрансляція повідомлень і вибір оптимального маршруту, підтримуються модемами ETRX2 автоматично.

Таким чином, використовуючи модеми ETRX2, можна розглядати мережу як інтерфейс для передачі даних, що не вимагає для своєї організації великих зусиль.

Основною перевагою зазначеної системи є простота її встановлення на об'єкті.

ЛР КМ-К - 3Z, що виконують функцію кінцевих вузлів, встановлюються в квартирах одночасно з лічильниками води.

При цьому не потрібна прокладка ніяких додаткових кабелів для живлення контролерів і передачі даних. Єдине, що необхідно виконати на цьому етапі - нанести на план будівлі місця установки контролерів і зафіксувати їх ідентифікатори.

Поверхові маршрутизатори КМ-К - 8Z встановлюються на сходових майданчиках в електрошафах, де є мережеве живлення 220 В.

Відразу після установки кінцеві вузли і маршрутизатори починають працювати. Вони сканують ефір і намагаються підключитися до бездротової мережі.

При включенні центрального вузла збору даних до нього спочатку приєднуються маршрутизатори, а потім до маршрутизаторів - кінцеві пристрої.

При цьому до мережі можуть підключитися тільки пристрої, в які заздалегідь занесений системний ключ шифрування даних.

Дочірні пристрої КМ-К - 3Z вибирають батьківський вузол випадковим чином. Це може бути маршрутизатор, розташований на одному поверсі з кінцевим контролером, чи маршрутизатор з верхнього або нижнього поверху.

Вся інформація в будь-якому випадку потрапляє на домовик контролер КМ-ДЗ. У повідомленні, яке надходить від кінцевого вузла, міститься його ідентифікатор, за яким домовий контролер здійснює прив'язку показань до номеру квартири.

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		32

Система поквартирного обліку є трирівневою системою з розподіленим інтелектом, в якій на кожному рівні виконується своя задача по обробці даних.

Так, первинні ЛР КМ-К - 3Z мають буфер, в якому постійно міститься наростаючий підсумок обсягу спожитої води з моменту останньої перевірки лічильників.

ЛР КМ-К - 3Z виконують також тарифікацію спожитої води, контроль якості зв'язку з лічильниками води, стан їхнього кришок (відкриті або закриті), контроль власної батареї харчування та інших можливих помилкових станів.

З метою економії батарей, робота яких розрахована на 4 роки, ЛР КМ-К - 3Z виходять на зв'язок зі своїми батьківськими маршрутизаторами один раз на годину.

Під час сеансу зв'язку вони передають накопичені дані про спожиту воду і інформацію про статус свого маршрутизатора, який, у свою чергу, зберігає ці дані в буфері.

Крім того, в цей момент маршрутизатор синхронізує годинник кінцевих вузлів і передає їм повідомлення від будинкового контролера про зміну конфігураційних параметрів, якщо такі є до даного моменту.

Маршрутизатор передають інформацію вище за запитом центрального вузла збору даних КМ-ДЗ. Крім інформації, отриманої від квартирних лічильників-реєстраторів, вони ще повідомляють перелік своїх дочірніх кінцевих вузлів і передають дані про стан і результати накопичення своїх локальних рахункових каналів.

Домовий контролер КМ-ДЗ у системі поквартирного обліку транслює дані через мережі передачі даних до центральної диспетчерської, куди також надходять відомості від загальнобудинкового вузла обліку. Цей вузол являє собою незалежну систему, що здійснює облік споживання води в будинку за допомогою лічильників гарячої та холодної води. Така конфігурація дозволяє системі аналізувати баланс споживання води, а також виявляти витіки і несправності в роботі устаткування.

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33

Оскільки квартирні ЛР постійно зберігають підсумкове значення спожитої води з моменту останньої перевірки лічильників, то втрати інформації не відбудеться, навіть якщо в якийсь момент часу порушиться зв'язок квартирною лічильника-реєстратора і всієї системи. Вузол буде продовжувати підраховувати кількість спожитої води і виконувати тарифікацію.

Інформаційна система повідомить диспетчеру про відсутність даних від лічильника. Після того, як причина несправності буде виявлена і усунена, квартирний лічильник-реєстратор передає в систему всі дані, накопичені до поточного моменту часу. Таким чином, за допомогою даної системи обліку вдалося реалізувати технологічну, мобільну і в той же час надійну систему збору даних.

Повнота та функціональність системи АТ-команд модемів ETRX2 від компанії Telegesis розширюють можливості не лише для налаштування мережі та передачі даних, але також для моніторингу стану мережі та аналізу якості радіосигналів, що прийняті.

Введення системи поквартирного обліку споживання води привабливо і для водопостачальної організації, і для населення. Споживачі отримують можливість перейти до оплати води у відповідності з фактичним використанням, з'являється можливість стягувати з постачальників штрафи за неякісні послуги.

Постачальники, в свою чергу, отримують економічний ефект за рахунок зменшення кількості неоплачених платежів. Стає можливим оперативно виявляти несправності устаткування, а у населення з'являється стимул до розумного витрачання води..

#### 2.4 Призначення програмного забезпечення

Програмне забезпечення диспетчерського центру може приймати та зберігати в базі даних показники лічильників і звіти про події на об'єктах обліку. Під час кожної сесії взаємодії між терміналом і центром передаються

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

набори даних, що включають поточні показники від приладів обліку, добові значення за попередній місяць, а також показники на початок кожного місяця за останній рік. Ці дані відображаються у формі таблиць і графіків. Диспетчер має можливість детально вивчити дані та виявити випадки крадіжки або аварійні ситуації на мережах споживання.

За накопиченими даними будуються звіти. Звіти можуть розсилатися адресатам за електронною адресою.

## 2.5 Розробка структури бази даних

Проект, розроблений на основі клієнт-серверної архітектури, повинен включати три основні компоненти: взаємодію з базою даних, відображення інформації для користувача, та бізнес-логіку, яка обробляє запити користувачів і забезпечує відображення потрібної інформації. Зберігання та обробка інформації відбуваються на сервері, тоді як відображення інформації та відправка запитів для її модифікації відбуваються на стороні клієнта[15].

Однією з найскладніших частин проектування є створення таблиць бази даних та організація збереження інформації, оскільки вимоги до результатів, які система має надавати, часто не надають чіткого розуміння структури таблиць.

При розробці слід дотримуватися наступних принципів:

- Уникнення дублювання інформації у таблицях. Це забезпечує зберігання даних унікально в одному місці, що усуває потребу в їх синхронізації, збільшує ефективність та запобігає можливим неузгодженостям;
- Кожна таблиця має містити дані лише з однієї теми, що спрощує обробку інформації, коли дані розділені між різними таблицями;
- Кожна таблиця бази даних має відображати інформацію, присвячену окремій темі, і кожне поле таблиці має містити дані, що відносяться до цієї теми.

При розробці бази даних важливо дотримуватися наступних критеріїв:

- Кожне поле в таблиці повинно відповідати тематиці цієї таблиці;

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

- Уникати включення в таблиці результатів розрахунків або виразів, оскільки це може ускладнити управління даними;
- Таблиця має містити всю необхідну інформацію, щоб забезпечити повноту даних;
- Інформацію слід декомпонувати на найменші логічні одиниці для спрощення обробки та аналізу.

Оскільки опис усіх таблиць та зв'язків між ними є надзвичайно об'ємним завданням, зосередимося на процесі розрахунку суми, яку треба виплатити фізичній особі на основі показань лічильників.

Модель «Сутність-зв'язок» (Entity-Relationship, або ER-модель) - це концептуальна модель даних, що використовується для опису структури бази даних, включаючи способи модифікації та отримання даних. Головна мета створення такої моделі полягає в тому, щоб відобразити спосіб, яким користувачі сприймають дані, і забезпечити узгодження різноманітних технічних аспектів, пов'язаних з проектуванням бази даних.

Концептуальна модель даних є незалежною від конкретної системи керування базами даних (СКБД) чи від обраної апаратної платформи, на якій реалізується база даних. Вона фокусується на відображенні даних у спосіб, зрозумілий для користувачів, не втручаючись в технічні аспекти реалізації. У контексті логічного проектування часто використовуються терміни "сутність", "зв'язок" та "атрибут".

"Сутність" визначає групу об'єктів зі спільними характеристиками, які називаються екземплярами. Кожен екземпляр є унікальним і відрізняється від інших екземплярів тими самими або іншими характеристиками.

Загалом усі типи сутностей поділяють на сильні та слабкі. Сильна сутність може існувати незалежно від інших сутностей, тоді як слабка сутність залежить від сильної сутності. На ER-діаграмах відображаються у вигляді прямокутника сильні сутності, а слабкі – зображують у вигляді прямокутника з подвійним контуром. На рисунку 2.7 наведено діаграму «Сутність - зв'язок»

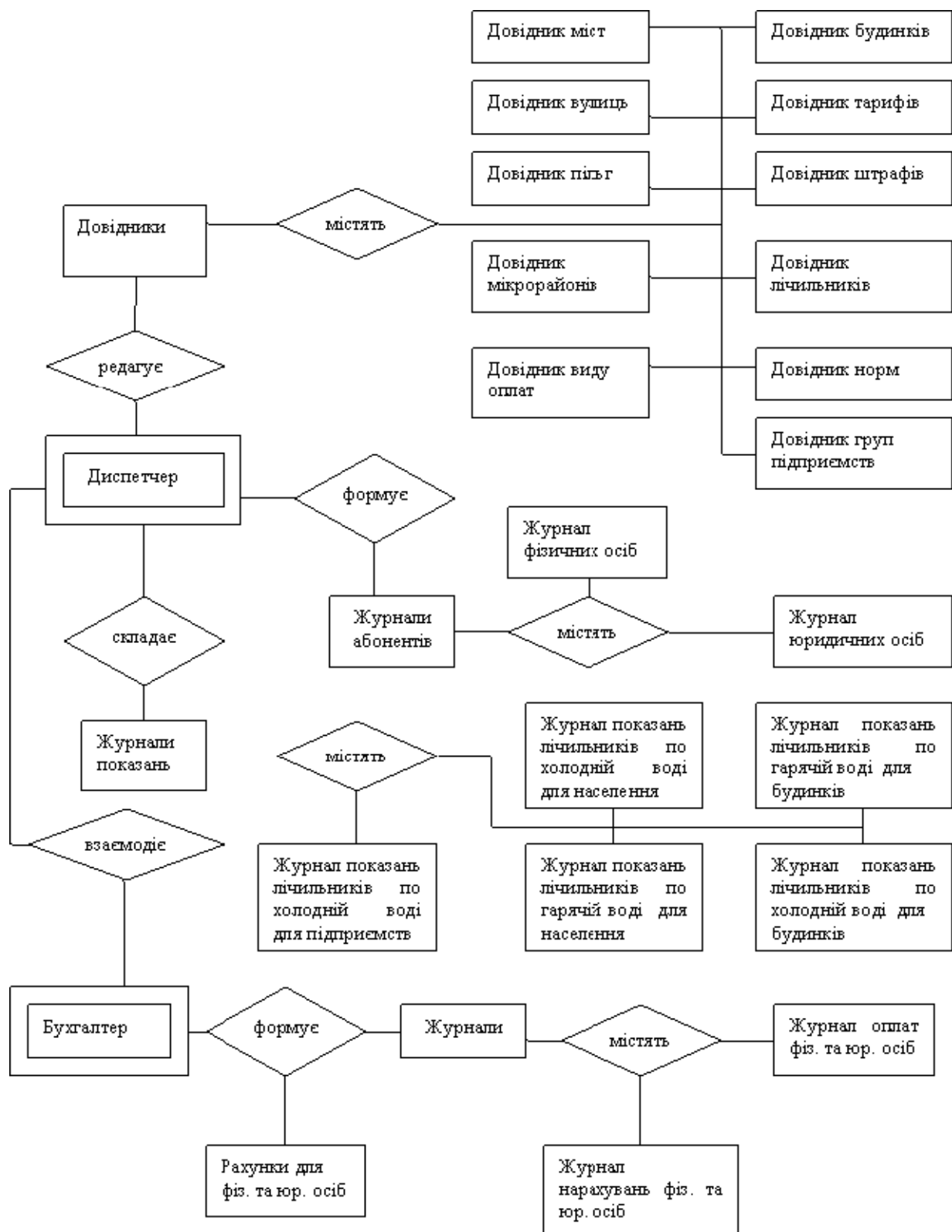


Рисунок 2.7 - Діаграма «Сутність-зв'язок»

Ступінь залучення сутності визначає, чи залежить існування однієї сутності від її участі у взаємодії з іншою сутністю. Цей ступінь може бути як обов'язковим, так і необов'язковим. Кожен зв'язок між сутностями

представляється у формі ромба з назвою цього зв'язку на ньому. Тип зв'язку визначається його значенням. При встановленні зв'язків атрибути, які формують первинний ключ батьківської сутності, передаються до дочірньої сутності і стають її зовнішнім ключем. Потенційний ключ є атрибутом або групою атрибутів, які якраз і ідентифікують екземпляр сутності. На основі гарантій унікальності значень первинного ключа він обирається серед потенційних ключів. У таблицях 2.1 – 2.11 наведені всі необхідні атрибути та зв'язки.

Таблиця 2.1 - Опис структури одиниць форми "Абоненти"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор абонента	Цілочисельний	
2	Ідентифікатор будинку	Цілочисельний	
3	Ідентифікатор пільги	Цілочисельний	
4	Квартира	Символьний	10
5	Кількість мешканців	Цілочисельний	
6	Кількість соток	Символьний	255
7	Рахунок	Символьний	255
8	ППП	Символьний	255
9	Телефон	Символьний	50
10	Дата договору	Дата	
11	Холодна вода	Символьний	20
12	Гаряча вода	Символьний	20
13	Каналізація	Символьний	20

Дана таблиця описує інформацію про фізичну особу та включає наступні атрибути:

- Ідентифікатор абонента – це унікальний код, який використовується для ідентифікації запису в таблиці.

- Ідентифікатор будинку – унікальний код будинку, який відповідає запису в таблиці Будинки.

- Ідентифікатор пільги – унікальний код пільги, згідно з записом у таблиці Пільги.

- Квартира – номер квартири, де проживає абонент.

- Кількість мешканців – загальна кількість осіб, зареєстрованих за адресою абонента.

- Рахунок – унікальний номер рахунку, що формується з кодів вулиці, будинку, корпусу та квартири.

- ПІП / Телефон – Повне ім'я абонента та контактний номер телефону.

- Дата договору – дата укладення договору між абонентом та Водоканалом.

- Холодна/Гаряча вода – індикатор наявності холодної / гарячої води у помешканні.

- Каналізація – індикатор наявності каналізації у помешканні.

Таблиця 2.2 - Опис структури форми "Штрафи"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор штрафу	Цілочисельний	
2	Ідентифікатор абонента	Цілочисельний	
3	Ідентифікатор виду штрафу	Цілочисельний	
4	Період початку	Дата	
5	Період завершення	Дата	
6	Дата	Дата	

Дана таблиця зберігає інформацію про штрафи, нараховані фізичним особам, та містить наступні атрибути:

- Ідентифікатор штрафу – унікальний код, який служить для ідентифікації штрафу в таблиці.



- Ідентифікатор абонента – унікальний код, який відповідає абоненту в таблиці Абоненти.

- Ідентифікатор виду штрафу – унікальний код, який ідентифікує тип штрафу в окремій таблиці Види штрафів.

- Вид штрафу – назва або тип штрафу, що накладається.

- Період початку – дата, з якої починається обрахунок періоду, за який штраф був нарахований.

- Період завершення – дата, на яку закінчується період, за який штраф був нарахований.

- Дата – дата, коли штраф було офіційно зафіксовано і накладено.

Таблиця 2.3 - Опис структури форми "Журнал нарахувань"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор журналу	Цілочисельний	
2	Номер документу	Символьний	25
3	Дата	Дата	
4	Початкова дата	Дата	
5	Кінцева дата	Дата	
6	Початок оплати	Дата	
7	Кінець оплати	Дата	
8	Сума боргу	Дробовий	
9	Загальна сума	Дробовий	
10	Сума за холодну воду	Дробовий	
11	Сума за гарячу воду	Дробовий	
12	Сума за каналізацію	Дробовий	
13	Сума за полив	Дробовий	
14	Примітка	Символьний	255
15	Проведення документа	Логічний	

Дана таблиця є частиною системи для складання журналу нарахувань фізичним особам і включає наступні атрибути:

- Ідентифікатор журналу – унікальний код для ідентифікації журналу в таблиці.

- Номер документу – унікальний номер, призначений для кожного документа нарахувань.

- Дата – дата створення документа нарахувань.

- Початкова дата – дата, з якої починаються нарахування, що дозволяє визначити період оплати.

- Кінцева дата – дата, на яку завершуються нарахування, що також використовується для визначення періоду оплати.

- Початок оплати – дата, з якої розпочинається період для визначення вже здійснених платежів при розрахунку боргів.

- Кінець оплати – дата, до якої закінчується період для обрахунку попередніх платежів.

- Сума боргу – загальна сума боргу, нарахованого абоненту.

- Загальна сума – загальні нарахування без урахування пільг.

- Сума за холодну воду – нарахування за споживання холодної води, не враховуючи пільг.

- Сума за гарячу воду – нарахування за споживання гарячої води, не враховуючи пільг.

- Сума за каналізацію – нарахування за користування каналізаційними послугами, не враховуючи пільг.

- Сума за полив – нарахування за використання води для поливу.

- Примітка – додаткові коментарі або уточнення до документу.

- Проведення документа – позначка, що вказує на те, чи було документ проведено в системі обліку.

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		41

Таблиця 2.4 - Опис структури форми "Нарахування"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор нарахувань	Цілочисельний	
2	Ідентифікатор журналу	Цілочисельний	
3	Ідентифікатор рахунку абонента	Цілочисельний	
4	Куби за холодну воду	Дробовий	10
5	Куби за гарячу воду	Дробовий	10
6	Куби за каналізацію	Дробовий	10
7	Куби за полив	Дробовий	10
8	Сума пільг за воду	Дробовий	10
9	Сума пільг за каналізацію	Дробовий	10
10	Сума боргу за холодну воду	Дробовий	10
11	Сума боргу за гарячу воду	Дробовий	10
12	Сума боргу за каналізацію	Дробовий	10
13	Сума боргу за полив	Дробовий	10
14	Сума боргу	Дробовий	10
15	Нарахована сума	Дробовий	10
16	Дата	Дата	

Дана таблиця служить для збору даних про нарахування після їх проведення і містить такі атрибути:

- Ідентифікатор нарахувань – унікальний код для ідентифікації нарахувань у таблиці.
- Ідентифікатор журналу – унікальний код, який відповідає запису в таблиці Журнал нарахувань.
- Ідентифікатор абонента – унікальний код абонента з таблиці Абоненти.
- Куби за холодну воду – обсяг води, нарахований за споживання холодної води.

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- Куби за гарячу воду – обсяг води, нарахований за споживання гарячої води.
- Куби за каналізацію – обсяг каналізаційних послуг, нарахований абоненту.
- Куби за полив – обсяг води, нарахований за використання в поливних цілях.
- Сума пільг за воду та каналізацію – загальна сума, нарахована з урахуванням пільг за споживання води та каналізаційні послуги.
- Сума боргу за холодну/гарячу воду – сума боргу, нарахована за несплачене споживання холодної / гарячої води.
- Сума боргу за каналізацію – сума боргу, нарахована за несплачені каналізаційні послуги.
- Сума боргу за полив – сума боргу, нарахована за несплачене використання води в поливних цілях.
- Сума боргу – загальна сума боргу по всім послугам.
- Нарахована сума – загальна сума, що має бути сплачена, враховуючи нарахування та пільги.
- Дата – місяць, за який проводяться нарахування.

Таблиця 2.5 - Опис структури форми "Пільги"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор пільги	Цілочисельний	
2	Найменування	Символьний	255
3	Проценти	Дробовий	10
4	Дата введення	Дата	
5	Код пільги	Символьний	255
6	Коротка назва	Символьний	255

Дана таблиця зберігає інформацію про пільги та включає наступні атрибути:

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
						43
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Ідентифікатор пільги – унікальний код, призначений для ідентифікації кожної пільги в таблиці.

- Найменування – повне найменування категорії пільг, що вказує на її призначення або групу осіб, до якої вона застосовується.

- Проценти – розмір процентної знижки, яка надається за цією пільгою.

- Дата введення – дата, коли пільга була введена в дію.

- Коротка назва – скорочене найменування пільги для лаконічного представлення в документах та звітах.

- Код пільги – унікальний код, який використовується для кодифікації пільги в системах обліку.

Таблиця 2.6 - Опис структури форми "Пільговики"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор пільговика	Цілочисельний	
2	Ідентифікатор абонента	Цілочисельний	
3	Ідентифікатор спорідненості	Цілочисельний	
4	ППІ	Символьний	255

Дана таблиця організована для зберігання даних про осіб, які мають право на пільги, і містить наступні атрибути:

- Ідентифікатор пільговика – унікальний код, що використовується для ідентифікації пільговика у таблиці.

- Ідентифікатор абонента – унікальний код, який відповідає абоненту в таблиці Абоненти, асоційованому з пільговиком.

- Ідентифікатор спорідненості – унікальний код, що визначає вид спорідненості між абонентом та пільговиком, записаний у відповідній таблиці.

- Степінь спорідненості – опис ступеня спорідненості між абонентом та пільговиком, який може впливати на право на отримання пільг.

- ПІБ – Повне ім'я і прізвище пільговика.

Таблиця 2.7 - Опис структури форми "Вулиця"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор вулиці	Цілочисельний	
2	Код вулиці	Символьний	255
3	Назва	Символьний	255

Дана таблиця містить інформацію про вулиці і включає наступні атрибути:

- Ідентифікатор вулиці – унікальний код, призначений для ідентифікації кожної вулиці у таблиці.

- Код вулиці – код, який використовується для формування особистого рахунку абонентів, зазначаючи конкретну вулицю їх проживання.

- Назва – офіційна назва вулиці.

Таблиця 2.8 - Опис структури форми «Будинки»

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор будинка	Цілочисельний	
2	Ідентифікатор міста	Цілочисельний	
3	Ідентифікатор вулиці	Цілочисельний	
4	Ідентифікатор літери	Цілочисельний	
5	Ідентифікатор мікрорайону	Цілочисельний	
6	Номер	Символьний	10
7	Дріб	Символьний	10
8	Корпусу	Символьний	10
9	Ознака приватного сектору	Логічний	

Дана таблиця використовується для збереження даних про будинки та включає наступні атрибути:

- Ідентифікатор будинка – унікальний код, що використовується для ідентифікації кожного будинку в таблиці.

- Ідентифікатор міста – унікальний код, який асоціює будинок з певним містом, вказаний у таблиці Міста.
- Ідентифікатор вулиці – унікальний код, що зв'язує будинок з конкретною вулицею, вказаний у таблиці Вулиці.
- Ідентифікатор літери – унікальний код, який може вказувати на специфічну частину або розділ будинку, зазначений у таблиці Літери.
- Ідентифікатор мікрорайону – унікальний код, який асоціює будинок з певним мікрорайоном, вказаний у таблиці Мікрорайонів.
- Номер – номер будинку, який використовується для ідентифікації будинку на вулиці.
- Дріб – можливо додатковий ідентифікатор для більш точного вказівки розташування чи частини будинку.
- Корпус – ідентифікатор корпусу, якщо будинок має декілька корпусів.
- Ознака приватного сектору – показник, що будинок належить до приватного сектору, тобто не є багатоквартирним житловим комплексом.

Таблиця 2.9 - Опис структури форми "Оплата абонентів"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор оплати	Цілочисельний	
2	Ідентифікатор абонента	Цілочисельний	
3	Ідентифікатор виду платежу	Цілочисельний	
4	Початкові показники	Дробовий	10
5	Кінцеві показники	Дробовий	10
6	Дата оплати	Дата	
7	Сума оплати	Дробовий	10

Дана таблиця зберігає дані про здійснені оплати абонентами та включає такі атрибути:

- Ідентифікатор оплати – унікальний код, призначений для ідентифікації кожного платежу в таблиці.

- Ідентифікатор абонента – унікальний код, який відповідає конкретному абоненту у таблиці Абоненти.

- Ідентифікатор виду платежу – унікальний код, який вказує на тип платежу, згідно з записом у таблиці Види платежів.

- Початкові показники – показники лічильників на початок періоду обрахунку, вказані окремо для холодної води, гарячої води, каналізації та поливу.

- Кінцеві показники – показники лічильників на кінець періоду обрахунку, також вказані окремо для кожної послуги.

- Дата оплати – дата, коли було здійснено платіж.

- Сума оплати – загальна сума, сплачена абонентом за зазначений період.

Таблиця 2.10 - Опис структури форми "Показники холодної води"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор показника	Цілочисельний	
2	Ідентифікатор абонента	Цілочисельний	
3	Початкові показники	Дробовий	10
4	Кінцеві показники	Дробовий	10
5	Загальні показники	Дробовий	10
6	Початкова дата	Дата	
7	Кінцева дата	Дата	

Дана таблиця займається обліком споживання холодної води та включає наступні атрибути:

- Ідентифікатор показника – унікальний код, що використовується для ідентифікації кожного запису в таблиці.

- Ідентифікатор абонента – унікальний код, що відповідає абоненту у таблиці Абоненти, якому належать показники.

- Початкові показники – показання лічильників холодної води на початок періоду обрахунку.



- Кінцеві показники – показання лічильників холодної води на кінець періоду обрахунку.

- Загальні показники – обсяг спожитої холодної води в кубічних метрах, нарахований за період між початковою та кінцевою датами.

- Початкова дата – дата початку облікового періоду для показників.

- Кінцева дата – дата завершення облікового періоду.

Таблиця 2.11 - Опис структури форми "Показники гарячої води"

№	Повне найменування	Тип даних	Кількість символів
1	Ідентифікатор показника	Цілочисельний	
2	Ідентифікатор абонента	Цілочисельний	
3	Початкові показники	Дробовий	10
4	Кінцеві показники	Дробовий	10
5	Загальні показники	Дробовий	10
6	Початкова дата	Дата	
7	Кінцева дата	Дата	

Дана таблиця зосереджена на обліку споживання гарячої води і містить такі атрибути:

- Ідентифікатор показника – унікальний код, який служить для ідентифікації кожного запису в таблиці.

- Ідентифікатор абонента – унікальний код, що відповідає абоненту у таблиці Абоненти.

- Початкові показники – показання лічильників гарячої води на початок облікового періоду.

- Кінцеві показники – показання лічильників гарячої води на кінець облікового періоду.

- Загальні показники – обсяг спожитої гарячої води в кубічних метрах, нарахований за період між початковою та кінцевою датами.

- Початкова дата – дата, з якої починається обліковий період для показників.

- Кінцева дата – дата завершення облікового періоду.

Після того, як дані розміщені по таблицях і визначені поля, наступний крок - створення схеми зв'язків між таблицями. Це передбачає визначення ключових полів та встановлення зв'язків між ними для інтеграції даних у базі:

– Вибір ключових полів: Кожна таблиця має мати первинний ключ, що унікально ідентифікує кожен запис у таблиці. Первинний ключ може складатися з одного або декількох полів.

– Встановлення зв'язків: Зв'язки між таблицями визначаються через використання зовнішніх ключів. Зовнішній ключ в одній таблиці вказує на первинний ключ іншої таблиці, створюючи тим самим зв'язок між записами.

– Типи зв'язків:

- Один до одного (1:1): Кожен запис в одній таблиці відповідає одному запису в іншій таблиці.

- Один до багатьох (1:N): Один запис в одній таблиці може бути пов'язаний з багатьма записами в іншій таблиці.

- Багато до багатьох (M:N): Вимагає створення додаткової таблиці, що зв'яже записи з обох таблиць.

– Нормалізація даних: Важливо провести нормалізацію для уникнення дублювання даних та забезпечення цілісності даних. Нормалізація допомагає оптимізувати запити до бази даних та поліпшує її продуктивність.

Вибір відповідних ключів та зв'язків дозволяє ефективно організувати та масштабувати базу даних, а також забезпечує точність і доступність інформації в майбутньому.

При проектуванні баз даних критично важливо правильно використовувати зовнішні ключі. Ці ключі слугують сполучними ланками між таблицями, забезпечуючи інтеграцію та взаємозв'язок даних. Вони відіграють ключову роль у забезпеченні структурованості та цілісності бази даних. Ось основні аспекти, на які слід звернути увагу при використанні зовнішніх ключів:

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Створення зовнішніх ключів: Кожен зовнішній ключ у новій таблиці вказує на первинний ключ в іншій, уже існуючій таблиці. Це дозволяє зберігати зв'язність даних і уникнути непослідовностей.

– Визначення зв'язків: Під час проектування необхідно чітко визначити, як таблиці будуть взаємодіяти. Зовнішні ключі можуть формувати односторонні або двосторонні зв'язки, залежно від структури та потреб додатку.

– Підтримка цілісності даних: Зовнішні ключі гарантують, що записи у зв'язаних таблицях відповідають один одному. Це запобігає введенню некоректних або випадкових даних, які можуть порушити логіку бізнес-процесів.

– Оптимізація запитів: Ефективно спроектовані зв'язки за допомогою зовнішніх ключів дозволяють оптимізувати запити до бази даних, що покращує продуктивність додатків.

– Заключний етап проектування: На заключному етапі логічного проектування бази даних розробники повинні переконатися, що всі необхідні зв'язки між таблицями коректно визначені та реалізовані. Це гарантує, що дані з різних таблиць можуть бути ефективно об'єднані та використані для аналізу та звітності.

Коректне використання зовнішніх ключів є одним з основних факторів створення надійної та ефективної бази даних, що забезпечує якість та безпеку даних у вашому додатку.

При проектуванні баз даних важливо розуміти, як правильно організувати зв'язки між таблицями для забезпечення ефективного зберігання та використання даних. Різні типи зв'язків мають свої особливості:

– Один до одного (1:1): Цей тип зв'язку використовується рідко і вимагає, щоб кожен запис у одній таблиці відповідав рівно одному запису в іншій таблиці. Такий зв'язок може використовуватися для розбиття даних на дві таблиці з причин безпеки або організації.

– Один до багатьох (1:N): Найпоширеніший тип зв'язку в базах даних.

Тут один запис у "батьківській" таблиці може відповідати багатьом записам у

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		50

"дочірній" таблиці. Наприклад, один клієнт може мати кілька замовлень. Зв'язок реалізується через використання зовнішнього ключа у дочірній таблиці, який вказує на первинний ключ батьківської таблиці.

– Багато до багатьох (M:N): Цей тип зв'язку вимагає створення додаткової таблиці перетину, яка зв'язує елементи обох таблиць. Наприклад, студенти можуть відвідувати кілька курсів, і одночасно один курс може бути відвіданий багатьма студентами. Таблиця перетину містить зовнішні ключі, що вказують на первинні ключі в обох пов'язаних таблицях, ефективно зводячи зв'язок M:N до двох зв'язків 1:N.

У реальних базах даних зв'язки типу "один до багатьох" часто використовуються для структурування інформації, де батьківська таблиця має єдине відношення до багатьох записів у дочірній таблиці. Це допомагає у підтримці організаційної цілісності та спрощує управління даними.

Для забезпечення коректної організації та взаємодії даних у базі, визначення та налаштування зв'язків між таблицями є ключовим елементом проектування бази даних. На рисунку 2.8 представлена логічна модель даних для системи обліку споживання води.

Ось детальний опис ваших відносин між таблицями:

- Таблиця "Абонент" і пов'язані таблиці:
- Штрафи абонентів, Нарахування, Пільговики, Показники холодної води, Показники гарячої води, Оплата абонентів: Зв'язок "один до багатьох" із таблицею "Абонент", де первинний ключ "Ідентифікатор абонента" у таблиці "Абонент" виступає як зовнішній ключ у кожній з цих таблиць. Це означає, що один абонент може мати кілька штрафів, нарахувань, пільг, показників води та платежів.
  - Будинки і Пільги: Зв'язок "багато до одного" з таблицею "Абонент", де "Ідентифікатор будинку" і "Ідентифікатор пільги" виступають як зовнішні ключі. Це означає, що багато абонентів можуть належати до одного будинку або мати однакові пільги.

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		51

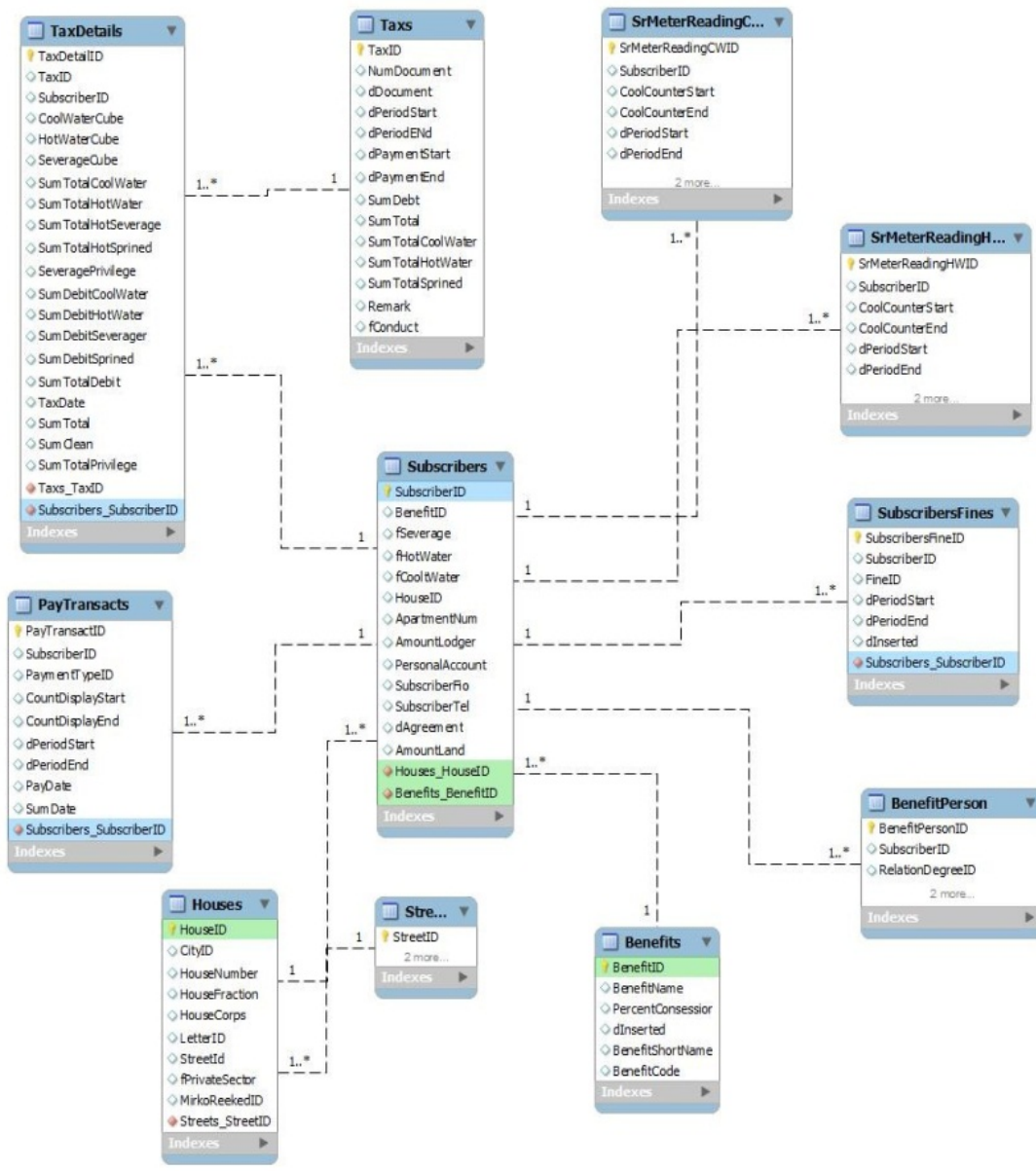


Рисунок 2.8 – Логічна модель даних системи споживання води

- Таблиця "Журнал нарахувань" і "Нарахування":
  - Зв'язок "один до багатьох" із таблицею "Журнал нарахувань" в якості батьківської таблиці. Це означає, що кожен запис у таблиці "Журнал нарахувань" може мати кілька нарахувань, пов'язаних з ним.
- Таблиця "Будинки" і "Вулиці":
  - Зв'язок "один до багатьох" із таблицею "Вулиці" в якості батьківської таблиці. Це показує, що кожна вулиця може мати багато будинків на ній.

Ці зв'язки важливі для забезпечення цілісності та легкості доступу до даних у базі. Правильно налаштовані зв'язки допомагають запобігти

дублюванню даних та забезпечують логічну цілісність системи. Важливо також пам'ятати про належне визначення правил використання зовнішніх ключів для управління діями на випадок видалення або зміни пов'язаних даних.

## 2.6 Програмна реалізація системи

Для реалізації системи обліку споживання води обрано мову програмування Java. Java-компіляція не відбувається одразу в машинні команди конкретного процесора, а перетворюється в команди так званої віртуальної машини Java (JVM, Java Virtual Machine), що зображено на рисунку 2.9. Віртуальна машина Java представляє собою набір команд та систему їх виконання. Вона повністю стекова, що дозволяє уникнути складної адресації пам'яті та великої кількості регістрів. Завдяки цьому команди JVM короткі, більшість з них мають довжину 1 байт, тому їх називають байткодами (bytecodes), хоча існують команди довжиною 2 і 3 байти. За статистичними дослідженнями, середня довжина команди складає 1,8 байта. Повний опис команд та архітектури JVM можна знайти у специфікації віртуальної машини Java (VMS, Virtual Machine Specification). [16]

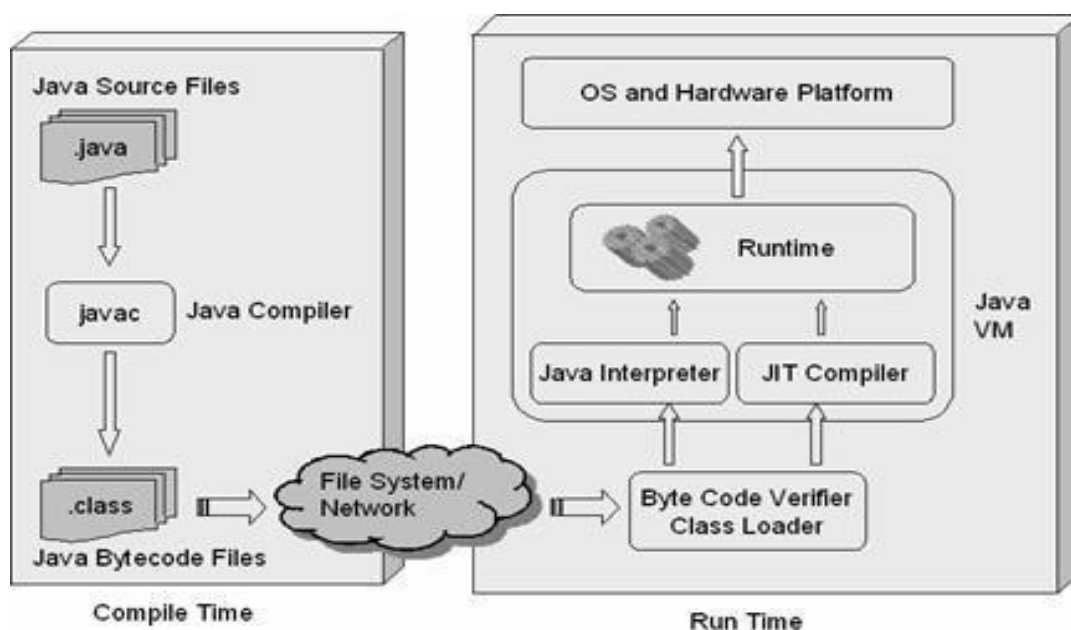


Рисунок 2.9 – Структура виконання програм Java

Інша особливість Java полягає в тому, що всі стандартні функції, які викликаються в програмі, підключаються до неї лише на етапі виконання, а не включаються в байт-коди. Це називається динамічним компонуванням (dynamic binding). Такий підхід також значно зменшує обсяг скомпільованої програми.

Отже, на першому етапі програма, написана на мові Java, компілюється в байт-коди за допомогою компілятора. Цей процес не залежить від типу процесора або архітектури конкретного комп'ютера і може бути виконаний одразу після написання програми. Байт-коди зберігаються в одному або декількох файлах, які можуть бути збережені у зовнішній пам'яті або передані по мережі. Завдяки невеликому розміру файлів з байт-кодами, це особливо зручно. Потім байт-коди отримані в результаті компіляції можна виконуватися на іншому комп'ютері за умови, що він має систему реалізації JVM. І головне, що на результат не впливає архітектура ні тип процесора.

Динамічне компонування та інтерпретація байт-кодів суттєво сповільнюють виконання програм. Це не має великого значення в тих випадках, коли байт-коди передаються по мережі, оскільки мережа все одно повільніша за будь-яку інтерпретацію. Проте в інших ситуаціях потрібен потужний і швидкий комп'ютер. Тому вдосконалення інтерпретаторів йде постійно для підвищення швидкості інтерпретації. Розроблені JIT-компілятори (Just-In-Time) запам'ятовують уже інтерпретовані частини коду у машинних командах процесора і просто виконують ці частини при повторному зверненні, наприклад, у циклах. Це суттєво збільшує швидкість повторюючихся обчислень. Компанія SUN розробила технологію Hot-Spot і включила її до своєї віртуальної машини Java. Але найвищу швидкість забезпечує лише спеціалізований процесор.

Компанія SUN Microsystems випустила мікропроцесори PicoJava, які працюють на системі команд JVM і безпосередньо виконують байт-коди. Однак при виконанні Java-програм на інших процесорах потрібна інтерпретація команд JVM в команди конкретного процесора, що вимагає наявності

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

програми-інтерпретатора. Для кожного типу процесора і архітектури комп'ютера необхідно створити свій власний інтерпретатор.

Для всіх комп'ютерних платформ це завдання практично вирішено. Віртуальні Java-машини вже реалізовані на них, а найбільш розповсюджені платформ отримали декілька JVM різних фірм. Більшість операційних систем і СУБД в своєму ядрі містять реалізацію JVM. Також розроблена система JavaOS для використання у електронних пристроях, а більшість браузерів містить вбудовану віртуальну Java-машину для виконання аплетів.

Такі функції називають "рідними" методами (native methods). Застосування "рідних" методів прискорює виконання програми.

Окрім реалізації JVM на виконання байт-кодів, на комп'ютері також потрібен набір функцій, який саме викликається і динамічно компонується з ними. Сам набір представляється у вигляді бібліотеки Java-класів, що можуть складатись як з одного так і з декількох пакетів. Кожна функція, яка записана байт-кодами, може бути записана в систему його команд тому що вона зберігається саме на цьому комп'ютері, що дозволяє уникати інтерпретацію байт-кодів. Ці функції отримали назву «рідні методи» (native methods), а їх застосування прискорює виконання самої програми.

Компанія SUN Microsystems (творець Java) безкоштовно розмістила набір програмних інструментів необхідних для роботи з мовою Java. Цей набір, відомий як JDK (Java Development Kit), включає засоби для компіляції, інтерпретації, налаштування, а також велику бібліотеку класів. Також існують набори інструментальних програм від інших компаній.

JDK містить наступний набір команд так класів:

- Компілятор: javac, який перетворює вихідний текст у байт-коди.
- Інтерпретатор: java, що містить реалізацію JVM.
- Полегшений інтерпретатор: jre (в останніх версіях відсутній).
- Програма для перегляду аплетів: appletviewer, яка заміняє браузер.
- Налаштовувач: jdt.
- Дизасемблер: javap.

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- Програма для архівації та стиснення: jar.
- Програма для створення документації: javadoc.
- Програма для генерації заголовкових файлів мови C: javah.
- Програма для додавання електронного підпису: javakey.
- Програма для перетворення бінарних файлів у текстові: native2ascii.
- Програми для роботи з віддаленими об'єктами: rmic і rmiregistry.
- Програма для визначення номера версії класу: serialver.
- Бібліотеки: native methods.
- Бібліотека класів: Java API (Application Programming Interface).

SUN Microsystems кожного року оновлює та розвиває JDK.

JDK включає вихідні коди більшості своїх програм, написаних на Java, що є надзвичайно зручним. Це дозволяє користувачам завжди мати можливість перевірити, яким чином працює той чи інший метод обробки інформації в JDK, оглядаючи його вихідний код. Коли JDK є частиною якогось інтегрованого середовища програмування, наприклад, JBuilder, деякі зі згаданих папок можуть розташовуватися в інших місцях.

NetBeans IDE - вільне IDE-середовище для таких мов програмування як:

- Java,
- JavaFX,
- C/C++,
- PHP,
- JavaScript,
- Python,
- Groovy.

NetBeans IDE — це вільне інтегроване середовище розробки (IDE) для таких мов програмування, як Java, JavaFX, C/C++, PHP, JavaScript, Python і Groovy. Це середовище можна налаштувати для підтримки окремих мов або встановити у повній конфігурації. Стандартно середовище NetBeans підтримує розробку для платформ J2SE та J2EE.

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

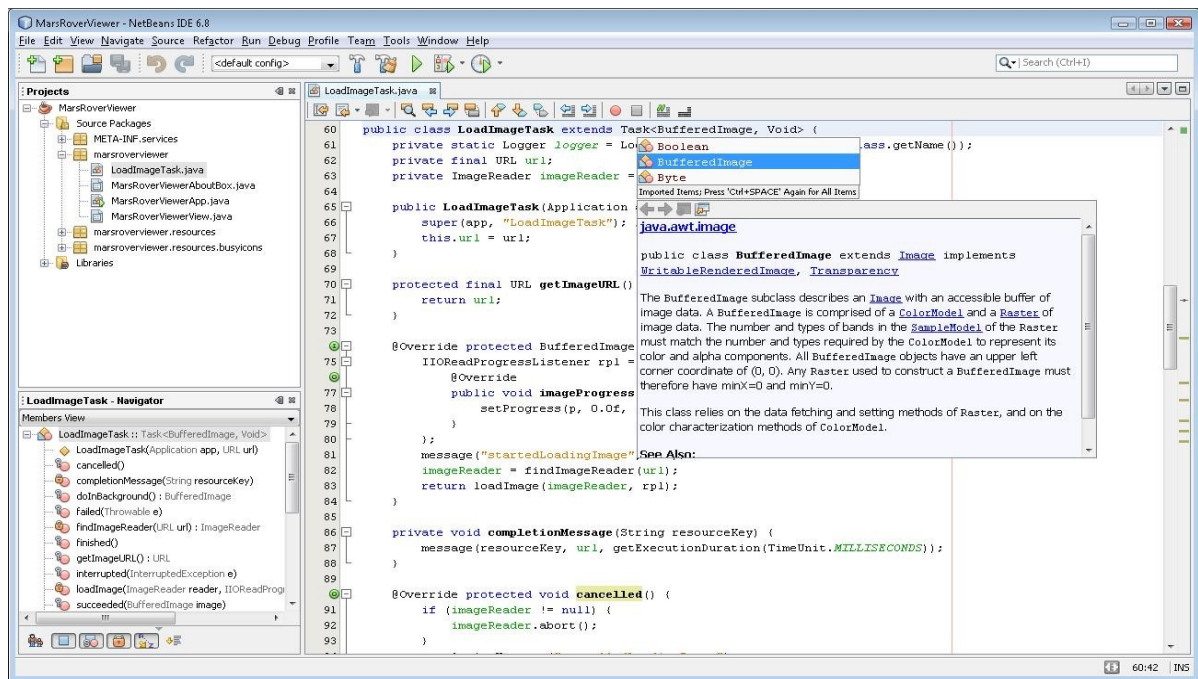


Рисунок 2.10 – Вигляд середовища NetBeans IDE

Останні версії NetBeans IDE за якістю та можливостями конкурують з найкращими інтегрованими середовищами розробки для мови Java, підтримуючи рефакторинг, автодоповнення коду в реальному часі, профілювання, шаблони коду, виділення синтаксичних конструкцій кольором та інші функції. NetBeans IDE доступна для:

- Microsoft Windows,
- GNU/Linux,
- FreeBSD,
- Solaris.

Є можливість самостійної збірки NetBeans для інших платформ.

## 2.7.Реалізація бази даних

Фізичне проектування бази даних включає створення детального опису того, як база даних буде реалізована на фізичних носіях. Цей процес включає визначення структур зберігання та методів доступу, що використовуються для забезпечення ефективної обробки даних. Фізичне проектування є ключовою

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ				

фазою у процесі створення проекту бази даних, під час якої проєктувальник вирішує, які технологічні рішення будуть застосовані для імплементації бази даних. Одним з перших кроків фізичного проєктування є вибір конкретної системи управління базами даних (СУБД). Головна мета фізичного проєктування полягає в трансформації логічного проєкту бази даних у її фізичну реалізацію.

У контексті реляційної моделі фізичне проєктування бази даних включає кілька ключових етапів:

– Створення реляційних таблиць та встановлення обмежень для них: це робиться на основі інформації, яка вже є у глобальній логічній моделі даних.

– Визначення конкретних структур зберігання даних і методів доступу до них: цей крок спрямований на забезпечення оптимальної продуктивності системи з базою даних.

– Розробка заходів безпеки для захисту системи від несанкціонованого доступу: це включає створення засобів, що запобігають недозволеному доступу до даних та їх зміні.

Ці заходи забезпечують створення ефективної і безпечної реляційної бази даних.

Для реалізації програмної бази даних потрібна система управління базами даних (СУБД) з відкритим вихідним кодом, здатна підтримувати обсяги даних до 1 Тб та забезпечувати високу продуктивність. Серед доступних варіантів з відкритим кодом, MySQL є одним з найпоширеніших рішень, що відповідають цим вимогам. MySQL, система управління реляційними базами даних, була розроблена компанією «ТсХ» для оптимізації швидкодії при обробці великих баз даних. Ця СУБД з відкритим кодом була створена як альтернатива комерційним системам і з самого початку мала багато спільного з mSQL.

MySQL почалася як спроба адаптації mSQL для власних потреб компанії, зокрема для таблиць, які використовували ISAM — підпрограми низького рівня. В результаті було розроблено новий SQL-інтерфейс, хоча API інтерфейс залишився спадщиною від mSQL. З часом MySQL значно розширилась і наразі

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

є однією з найпопулярніших систем управління базами даних. Вона широко використовується, зокрема для створення динамічних веб-сторінок, завдяки міцній підтримці різноманітних мов програмування.

MySQL є компактним багатопоточним сервером баз даних, який вирізняється високою швидкістю, надійністю та простотою у використанні. Ця система розглядається як відмінний вибір для малих та середніх додатків. Вихідний код сервера можливо компілювати на багатьох платформах, але його можливості найкраще реалізуються на UNIX-системах завдяки підтримці багатопоточності, яка збільшує загальну продуктивність системи. MySQL доступний безкоштовно для некомерційного використання.

Сервер MySQL пропонує такі можливості:

- Простота встановлення та використання;
- Підтримка необмеженої кількості користувачів, які можуть одночасно працювати з базою даних;
- Підтримка таблиць із кількістю рядків до 50 мільйонів;
- Висока швидкість обробки команд;
- Наявність ефективної та простої системи безпеки.

До недоліків сервера MySQL належить відсутність реалізованої підтримки транзакцій, замість якої пропонується використання механізмів LOCK/UNLOCK TABLE. Також відзначається відсутність підтримки зовнішніх ключів, тригерів, збережених процедур та представлень (VIEW). Проте, для розробки малих та середніх інформаційних систем, що призначені для використання в межах робочих груп, ці недоліки зазвичай не мають значного впливу.

На рисунку 2.11 наведено ER діаграму, з якої видно зв'язки між таблицями та їх реалізацію в середовищі MySQL.



– Інтегроване середовище розробки: Eclipse IDE for Java EE Developers;

– Драйвер зв'язку з базою даних: JDBC-MySQL.

Вимоги до апаратних ресурсів для ефективної роботи системи залежатимуть від кількості користувачів. Для системи, що обслуговує до 100 одночасних користувачів, рекомендована наступна конфігурація апаратних ресурсів:

– Процесор: мінімум з тактовою частотою 2 GHz;

– Оперативна пам'ять: 4 Gb;

– Жорсткий диск: об'ємом не менше 512 Gb;

– Пропускна здатність мережі: повинна бути достатньою і залежати від кількості користувачів, що використовують систему одночасно.

Така конфігурація забезпечить стабільну та швидку роботу системи для зазначеної кількості користувачів.

Розгортання проекту може бути складним процесом, який вимагає уважності та точності. Процедура розгортання проекту включає дві основні частини:

#### 1. Розгортання Java додатку:

– Компіляція додатку: Переконайтеся, що весь код Java скомпільовано без помилок і попереджень.

– Тестування додатку: Виконайте юніт-тести і інтеграційні тести, щоб переконатися у стабільності та надійності додатку.

– Підготовка виробничого середовища: Налаштуйте виробниче середовище, забезпечуючи, що всі залежності та середовищні змінні встановлено правильно.

– Деплоймент додатку: Розгорніть додаток на сервері або у хмарі, використовуючи інструменти для автоматичного розгортання або ручні процедури, якщо це необхідно.

#### 2. Налаштування доступу до сервера баз даних MySQL:

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

- Конфігурація сервера баз даних: Встановіть та налаштуйте MySQL на сервері, забезпечивши належні параметри безпеки та оптимізації.
- Створення бази даних та користувачів: Створіть необхідні бази даних та користувачів, надавши відповідні права доступу.
- Тестування з'єднання: Перевірте, що ваш Java додаток може успішно підключатися до бази даних і здійснювати всі необхідні операції.
- Безпека: Запевніть, що з'єднання до бази даних захищено і використовуються надійні методи аутентифікації.

Ці дві частини процедури розгортання вимагають ретельної підготовки та координації, щоб забезпечити, що система буде стабільною та безпечною після розгортання.

При розгортанні Java EE ресурсу на віддаленому сервері, процедура схожа на вищеписану, але є кілька важливих додаткових кроків та особливостей, на які варто звернути увагу:

- Налаштування локального сервера:
  - Перед тим як налаштувати віддалений сервер, встановіть та налаштуйте локальний сервер. Це важливо, оскільки середовище розробки, наприклад Eclipse, може використовувати бібліотеки класів, що знаходяться на локальному сервері для виконання різних задач під час розробки.
- Конфігурація віддаленого серверу:
  - Після налаштування локального сервера, в середовищі Eclipse в атрибуті імені хоста вкажіть ім'я хоста віддаленого сервера. Це дозволить забезпечити правильне спрямування ваших запитів і команд до віддаленого сервера.
- Перевірка доступності віддаленого сервера:
  - Переконайтеся, що віддалений сервер доступний через мережу і що всі необхідні порти відкриті для здійснення з'єднань і передачі даних.
- Синхронізація проекту і сервера:
  - Синхронізуйте свій проект у Eclipse з віддаленим сервером, щоб усі зміни в коді проекту автоматично відбивалися на сервері під час розробки та

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тестування.

– Тестування та відладка:

- Проведіть тестування, щоб переконатися, що ваші Java EE ресурси правильно встановлені та працюють на віддаленому сервері. Виконуйте відладку, якщо виникають проблеми зі з'єднанням або виконанням.

Дотримання цих додаткових кроків забезпечить більш ефективне та надійне розгортання Java EE додатків на віддаленому сервері.

*Висновки до розділу:*

Розробка структурної схеми автоматизованої системи обліку споживання води та стану розрахунку абонентів дозволило описати алгоритм роботи системи.

Ознайомлення з технічними характеристиками обладнання системи підтвердило доцільність його використання.

Обраний спосіб передачі даних в пропонованій системі забезпечує зручність реалізації обміну даними.

Обґрунтовано технологію, мову програмування та розроблену систему.

Описано процес установки та конфігурації програмного забезпечення на сервері, а також наведено вимоги, які мають бути виконані для ефективного використання системи.

					<i>КНУ КРБ.151.24.06.02.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		63



## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз існуючої системи реєстрації споживання холодної води на комунальному підприємстві "Кривбасводоканал". Виявлено, що ця система не містить елементів автоматизації та не забезпечує адекватне виконання своїх ключових функцій. Також було здійснено огляд наявних на ринку автоматизованих систем обліку водоспоживання. Основними недоліками комерційних систем є висока вартість та обмежені можливості їх налаштування для відповідності специфічним потребам підприємства, а також неможливість модифікації шаблонів звітності. Ці обставини стали вагомим аргументом на користь розробки спеціалізованого програмного рішення.

Була розроблена система обліку споживання води, яка базується на безкоштовних програмних рішеннях і адаптована до конкретних вимог замовника. Пропонована система для комунального підприємства "Кривбасводоканал" вирішує низку проблем, які є актуальними для існуючих систем у цій сфері. Основна мета нової системи полягає в автоматизації процесів обліку водоспоживання та ефективній передачі даних про споживання кожного абонента на сервер компанії, що сприяє більшій ефективності управління ресурсами та зменшенню помилок, пов'язаних з людським фактором.

Переваги запропонованої системи обліку споживання води є значними і включають наступні ключові аспекти:

1. Автоматичний облік води: Система забезпечує автоматичний збір даних про споживання води в кожній квартирі, що знижує ризик помилок та спрощує процес обліку.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Магера А. С.</i>			<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Маринич І.А.</i>				64	2
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маринич І.А.</i>			<i>КНУ АКІТ-20</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Тронь В.В.</i>					

2. Збереження інформації у базі даних: Всі дані про споживання зберігаються в централізованій базі даних, що дозволяє легко управляти інформацією та аналізувати її.

3. Формування архіву даних: Система формує повний архів даних споживання, що допомагає у тривалому плануванні та аналізі водоспоживання.

4. Цілодобова робота: Система функціонує неперервно, 24/7, забезпечуючи точний облік незалежно від часу доби або погодних умов.

5. Простота в обслуговуванні: Вона не вимагає складного технічного обслуговування, що знижує загальні витрати на експлуатацію.

6. Використання мікроелектронних компонентів і висока надійність: Застосування сучасних мікроелектронних технологій забезпечує високу відмовостійкість та тривалий термін служби системи.

7. Можливість бездротової передачі даних: Система може передавати дані на сервер водопостачальної організації бездротово, що значно спрощує інтеграцію з існуючими мережами і забезпечує швидку обробку даних.

Ці переваги роблять запропоновану систему важливим інструментом для підвищення ефективності управління водними ресурсами та оптимізації водоспоживання на КП "Кривбасводоканал"

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		65

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інформація про КП «Кривбасводоканал». URL: <http://kr-kvk.dp.ua> (Дата звернення 12.04.2024)
2. Керівництво по обладнанню Modicod M241 URL: [http://www.electrocentr.com.ua/files/documentation/SE/plc/m221-241-51/ug/Modicon- M241 \\_ Hardware\\_Guide.pdf](http://www.electrocentr.com.ua/files/documentation/SE/plc/m221-241-51/ug/Modicon-M241_Hardware_Guide.pdf) (Дата звернення 21.04.2024)
3. Керівництво з експлуатації URL: <http://www.ergomera.dp.ua/files/e125ab/re125b.pdf>(Дата звернення 12.04.2024)
4. Delta CP2000 URL: [http://www.rts.ua/catalog/delta/pdf/cp2000\\_112.pdf](http://www.rts.ua/catalog/delta/pdf/cp2000_112.pdf) (Дата звернення 21.04.2024)
5. Датчик тиску URL: <https://s-a.in.ua/p50141620-datchik-davleniya-mbs.html> (Дата звернення 21.04.2024)
6. Інформація про систему аналог компанії SEA Electronics URL: <http://www.sea.com.ua> (Дата звернення 12.05.2024)
7. Інформація про систему аналог «Есіон» URL: <http://infoteclab.ua> (Дата звернення 12.05.2024)
8. Інформація про систему аналог «Пульсар» URL: <http://teplovodokhran.ua> (Дата звернення 12.05.2024)
9. ГОСТ 34.602-89 "Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированных систем"
10. ГОСТ 34.601-90 "Информационные технологии. Автоматизированные системы. Стадии создания"
11. DigitalFlow™ XMT868 URL: [http://spegroup.ua/website/spegroup/upload/ecommerce/media/rashodomer\\_zhidkosti\\_xmt868.pdf](http://spegroup.ua/website/spegroup/upload/ecommerce/media/rashodomer_zhidkosti_xmt868.pdf) (Дата звернення 12.04.2024)

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</i>					
Розроб.		<i>Магера А.С.</i>						Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Маринич І.А.</i>							66	3
Н. Контр.		<i>Маринич І.А.</i>						<i>КНУ АКІТ-20</i>		
Затвердив		<i>Тронь В.В.</i>								

12. Микроконтроллер MSP430TM со сверхнизким энергопотреблением  
URL: <https://www.ti.com/lit/sg/slab055/slab055.pdf> (Дата звернення 12.05.2024)
13. Герасимов Г.Г. Проектування автоматизованих насосних станцій підкачки: Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2007. 552 с.
14. Оглобля О.І. ДБН В.2.5-74:2013 "Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування". Проектно-дослідницький інститут "УкрНДІводоканалпроект", 2013. 172 с. (Інформація та документація).
15. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація: Підручник. "Кондор", 2003. 288 с.
16. Кравченко В. С. Водопостачання та водовідведення: Навч. Посібник. Рівне: УДАВГ, 1997. 237 с.
17. Кравченко В. С., Саблій Л. А. Гаряче водопостачання будівель: Навч. Посібник, 2-е вид. Рівне, РДТУ 2000. 152 с.
18. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. К.: Вища шк., 2005. 671 с.
19. Кен Хендерсон Професійне керівництво з SQL Server: структура та реалізація. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1056с.
20. Інструкції JVM URL: <http://javacogito.net/index.php?title> (Дата звернення 21.05.2024)
21. Що таке JDK, JRE і JVM URL: <http://javadevblog.com/chto-takoe-jdk-jre-i-jvm-v-java.html> (Дата звернення 21.05.2024)
22. Як використовувати базу даних MySQL в JAVA URL: <https://tproger.ua/translations/java-jdbc-example/> (Дата звернення 21.05.2024)
23. Моркун Н. В., Маринич І. А. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавру для студентів спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології". Кривий Ріг : Видавничий центр КНУ, 2019. 50 с.
24. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. Київ, ДП «УкрННЦ», 2015. 26с. (Інформація та документація).

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

25. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання Київ, ДП «УкрННЦ», 2016. 16 с. (Інформація та документація).

26. ДСТУ 3582:2013. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень в українській мові. Загальні вимоги та правила. Київ, ДП «УкрННЦ», 2013. 23 с. (Інформація та документація)

27. ДСТУ 3651.0-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення Київ, Держстандарт України, 1998. 27 с. (Інформація та документація)

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		68

## Ультразвуковий вимірювальний перетворювач ХМТ868

*Загальні технічні характеристики:*

- Стандартне виконання: 1 канал;
- Додатково: 2 каналу (вимір в двох трубах або 2-х променевої спосіб для однієї труби).

Допустимі режими вимірювання: часово-імпульсний.

Виконання корпусу: алюміній з епоксидним покриттям NEMA 7 / 4X; категорія вибухобезпеки Div. 1, Class I, Groups C, D; категорія пожежонебезпеки EExd IIC T6;

Розміри і вага: 4,5 кг; 208 × 168 мм (висота × діаметр);

- Відносна похибка вимірювання швидкості потоку: швидкість  $\leq 0,3$  м/с; 0,01 м/с;

Труби з внутрішнім діаметром  $\leq 150$  мм (6 ");

Межі вимірювання: від -12,2 до 12,2 м/с.

Динамічний діапазон: 400:1 .

Відтворюваність: стаціонарні перетворювачі  $\pm 0,1\%$  від діапазону.

Похибка вимірювання енергії визначається точністю вимірювання витрати і температури 1%.

Живлення: Стандартне: від 100 до 130 В або від 200 до 240 В змінного струму, 50/60 Гц,  $\pm 10\%$ ; Додатково: від 12 до 28 В постійного струму,  $\pm 5\%$ .

Споживана потужність: 20 Ватт максимум.

Параметри навколишнього середовища: робоча температура від -10 до 60 ° С; температура зберігання від -55 до 75 ° С.

Цифровий дисплей: Додатковий дисплей 2 рядки × 16 знаків на рідких кристалах з підсвічуванням; програмується для відображення послідовно до 4 вимірюваних параметрів.

Запис даних: Додаткова карта пам'яті 512 кВ (Розширення до 2 МВ) з роз'ємом для стандартної РСМ/СІА карти для подальшого розширення пам'яті і завантаження даних.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						69
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Аналогові входи: 2 ізольованих струмових входу 4-20 мА з живленням 24 В постійного струму по струмового петлі.

Входи для термометрів опору: 2 або 4 ізольованих входу з 3-х провідний схемою підключення термометрів опору, межі вимірювання від -100 до 350 ° С, градуювання 100 Ом.

Аналогові виходи: Стандартні: 2 ізольованих струмових виходу 0 / 4-20 мА, максимальне навантаження 600 Ом; Додатково: 2 ізольованих струмових виходу 0 / 4-20 мА, максимальне навантаження 1000 Ом.

Цифровий вихід: Стандартний: послідовний порт RS232 для принтера, терміналу або РС; Додатково: RS485 багатокористувацький інтерфейс).

Одиниці вихідних сигналів: Швидкість в метрах в секунду (м/с).

Об'ємна витрата: Кубічні метри (м<sup>3</sup>) в секунду, хвилину, годину або добу

Сумарна витрата (прямого і зворотного потоку): Кубічні метри (м<sup>3</sup>).

Частотний режим: частота пропорційна амплітуді параметра (Наприклад, 10 Гц = 1 м<sup>3</sup> / год).

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

## Контролер (лічильник-реєстратор) КМ-К-3Z

*Основні характеристики модемів ETRX2 [14]:*

- максимальна потужність передачі – 5 дБм (режим boost);
- чутливість приймача – 98дБм;
- радіус дії на відкритому просторі з інтегрованою антеною – 300 м;
- струм споживання в сплячому режимі – 1 мкА;
- дозвіл АЦП – 12 розрядів;
- напруга живлення – 2.1-3.6 В;
- температурний діапазон – -40° С ... + 85° С;
- габаритні розміри – 37.75 мм x 20.45 мм.

*Основні технічні характеристики МКа MSP430F2232:*

- Процесор – RISC;
- Частота – 16 МГц;
- Обсяг програмної пам'яті – 8 КБ;
- Обсяг оперативної пам'яті – 512×8;
- Перетворювачі даних – А/D 12×10 б;
- Робоча температура – -40...+85° С;
- Сімейство контролерів/серія – MSP430;
- Розмір пам'яті ОЗУ – 512 Байт;
- Вбудований тип інтерфейсу – 12С, SPI, UART;
- Пакування – 38ТТSOP;
- Максимальна частота – 16 МГц;
- Ширина шини даних – 16 Біт;
- Розмір ядра – 16 Біт;
- Зв'язок – IIC, IrDA, LIN, SCI, UART/USART;
- Число входів/виходів – 32;
- Тип програмної пам'яті – FLASH;
- Напруга живлення – 1,8~3,6 В;
- Число таймерів – 2.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Поверхневий контролер КМ-К-8Z

*Основні характеристики модемів ETRX2-PA:*

- максимальна потужність передачі – 18,5 дБм (режим Boost);
- чутливість приймача – -97 дБм;
- радіус дії на відкритому просторі – 850 м;
- струм споживання в сплячому режимі – 1,5 мкА;
- дозвіл АЦП – 12 розрядів
- напруга живлення – 2.7-3.5 В;
- температурний діапазон – -40° С ... + 85° С;
- габаритні розміри – 37.75 мм x 20.45 мм.

*Основні технічні характеристики МКа MSP430F149:*

- Процесор – RISC;
- Частота – 8 МГц;
- Обсяг програмної пам'яті – 60 КБ;
- Обсяг оперативної пам'яті – 2048×8;
- Перетворювачі даних – А/D 8×12 б;
- Робоча температура – -40...+85° С;
- Сімейство контролерів/серія – MSP430;
- Розмір пам'яті ОЗУ – 512 Байт;
- Вбудований тип інтерфейсу – I2C, SPI, UART;
- Пакування – 64-LQFP;
- Максимальна частота – 8 МГц;
- Ширина шини даних – 16 Біт;
- Розмір ядра – 16 Біт;
- Зв'язок – IIC, IrDA, LIN, SCI, UART/USART;
- Число входів/виходів – 48;
- Тип програмної пам'яті – FLASH;
- Напруга живлення – 1,8~3,6 В;
- Число таймерів – 2.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Домовий контролер збору даних КМ-ДЗ

Кількість вимірювальних перетворювачів, що підключаються до лічильника-реєстратора, не більше 8 шт.

Типи вхідних імпульсних сигналів: герконовий / транзисторний ключ.

Частота проходження вхідних імпульсних сигналів, не більше 100 Гц.

Тривалість імпульсу, не менше 2мс .

Межі відносної похибки вимірювання кількості імпульсів  $\pm 0,01\%$ .

Межі допустимої похибки вимірювань часу  $\pm 0,05\%$ .

Абсолютна похибка синхронізації часу лічильників-реєстраторів імпульсів КМ-К і контролером збору даних КМ-Д:

- для провідних модифікацій ІВК  $\pm 1$ ;

- для бездротових модифікацій ІВК  $\pm 5$ .

Напруги живлення постійного струму, 6В;

Робочі умови експлуатації:

- температура навколишнього повітря від  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ ;

- відносна вологість навколишнього повітря при  $35^{\circ}\text{C}$ , без конденсації вологи, не більше 80%;

- атмосферний тиск від 84 до 106 кПа.

Споживана потужність не більше 10 Вт.

Параметри електроживлення: мережа змінного струму напругою  $187 \div 242\text{ В}$ , з частотою  $49 \div 51\text{ Гц}$ .

Термін служби не менше 12 років.

Ступінь захисту IP 54.

Максимальний обсяг архівної пам'яті КМ-Д 24 Мб.

					<i>КНУ КРБ.151.24.03.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

