

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ І КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ**

**ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА**

До випускної кваліфікаційної роботи магістра на тему:

**Інфокомунікаційна система обліку електроенергії з  
використанням пакетної радіомережі**

Завідувач кафедри

Керівник

Консультант

з техніко-економічної частини:

Студент гр. ЕСм.-91

А.С. Опанасюк

О.В. Бережна

О. М. Маценко

М.С. Фурса

**Суми 2020 р.**

# Сумський Державний Університет

Факультет ЕлІТ

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки  
Напрямок підготовки: 8.1710010 “Електроніка”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри Опанасюк А.С.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

до випускної кваліфікаційної роботи магістра  
студенту **Фурсі Миколі Сергійовичу**

**1. Тема проекту: “ Інфокомунікаційна система обліку електроенергії з використанням пакетної радіомережі ”**

затверджено наказом по кафедрі «Об» листопада 2020 р. № 1731-III

**2. Термін здачі студентом закінченого проекту 15 .12. 2020 р.**

**3. Вихідні дані до проекту:** Розробити GPRS-модем із можливістю його роботи з електронними лічильниками електроенергії. Допустимий інтерфейс - послідовний інтерфейс RS-232 та/або мультиплексна шина RS-485.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)** 1. Огляд та аналіз існуючих методів, засобів та сучасного стану інфокомунікаційних систем обліку електричної енергії. 2.Науково-дослідницька частина. 3.Вибір, обґрунтування, розробка та опис структурної схеми та схеми автоматизації системи, що проектується 4.Розробка та опис алгоритму функціонування та структурної схеми проектованого пристрою 5.Розроблення функціональних схем вузлів та блоків проектованої системи 6.Розроблення та розрахунок принципів електричних схем вузлів та блоків системи 7.Техніко-економічна частина

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

1. Структурна схема GSM/GPRS модему. 2. Принципова схема GSM/GPRS модему. 3. Алгоритм функціонування GSM/GPRS системи 4. Функціональна схема модему

**6. Консультанти до проекту (роботи), з зазначенням розділів проекту, що до них відносяться**

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання надав	Завдання прийняв
Економіка	Маценко О.М.		

7. Дата надання завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

**Календарний план**

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літератури та постановка задачі проектування	10. 10. 2020 р.	
2	Науково-дослідницька частина	20. 10. 2020 р.	
3	Розробка та обґрунтування структурної схеми	25. 10. 2020 р.	
4	Розробка та розрахунок принципової схеми	30. 10. 2020 р.	
5	Техніко-економічна частина	25. 11. 2020 р.	
6	Оформлення пояснювальної записки	30. 11. 2020 р.	
7	Оформлення графічного матеріалу	10. 12. 2020 р.	
8	Представлення роботи на рецензування	15. 12. 2020р.	

Студент-дипломник Фурса М.С.

Керівник проекту Бережна О.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020р.

## РЕФЕРАТ

В даній кваліфікаційній роботі розроблена інфокомунікаційна система обліку електроенергії з використанням пакетної радіомережі.

Дипломний проект містить 100 сторінок тексту, 22 малюнків, 6 таблиць, графічний матеріал у вигляді структурної, принципової схеми.

Пояснювальна записка містить сім розділів: огляд та аналіз існуючих методів, опис мети розробки системи та критеріїв її ефективності, розробка та опис структурної схеми, алгоритму роботи проектного пристрою, розробка та опис функціональної схеми, розробка та опис принципової схеми.

Перший розділ містить інформацію про сучасний стан інфокомунікаційних систем обліку електроенергії, та опис технологій передачі даних.

Другий розділ містить науково-дослідницьку частину з описом технології передачі даних.

Третій розділ присвячений розробленню та опису структурної схеми системи.

Четвертий розділ присвячений розробці алгоритму функціонування та структурної схеми проектного пристрою.

П'ятий розділ присвячений розробці функціональної схеми проектного пристрою.

Шостий присвячений розробці та опису принципової схеми проектного пристрою.

Сьомий присвячений техніко-економічній частині розробленої системи.

Ключові слова:

- інфокомунікаційні системи;
- облік електроенергії;
- GPRS;
- infocommunication systems;
- electricity accounting.

## ЗМІСТ

<b>СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК.....</b>	<b>6</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ ТА СУЧАСНОГО СТАНУ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Системи обліку електроенергії.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Системи передачі даних, що використовуються в системах обліку ...</b>	<b>19</b>
<b>1.4 Постановка завдання на розробку системи, що проектується .....</b>	<b>21</b>
<b>2 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 Особливості передачі даних за допомогою GPRS каналу зв'язку .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Порівняння GPRS з іншими каналами передачі даних. Основні переваги.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3 Передача даних та показники ефективності.....</b>	<b>47</b>
<b>3 ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ, РОЗРОБКА ТА ОПИС СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 Характеристика структурної схеми системи .....</b>	<b>50</b>
<b>4 РОЗРОБКА ТА ОПИС АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ.....</b>	<b>54</b>
<b>5 РОЗРОБЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ ТА БЛОКІВ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ .....</b>	<b>59</b>
<b>6 РОЗРОБЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ ТА БЛОКІВ СИСТЕМИ .....</b>	<b>62</b>
<b>7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>92</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>98</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>99</b>

					<b>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
<i>Розроб.</i>					<i>Інфокомунікаційна система обліку електроенергії з використанням пакетної радіомережі Пояснювальна записка</i>	<b>Літ.</b>	<b>Аркуш</b>	<b>Аркушів</b>
<i>Перевір.</i>	<i>Бережна О.В.</i>						5	
<i>Реценз.</i>						<b>СумДУ, гр. ЕС.м-91</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Гапич В.М.</i>							
<i>Затвердж.</i>	<i>Опанасюк А.С.</i>							

## СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК

АСКОЕ - автоматизована система комерційного обліку електроенергії  
БД - база даних  
ПБД – первинна база даних  
ВІС - вимірювально-інформаційна система  
ВК - вимірювальний канал  
ДП - диспетчерський пункт  
КТЗ - комплекс технічних засобів  
КО - комерційний облік  
ТН - трансформатори напруги  
ТС - трансформатори струму  
ЛЧ – лічильник електричної  
ЕОМ - електронно-обчислювальна машина  
ВЗ – Вузол зв'язку  
ПО – пункти обліку  
ОС - операційна система  
ПЗ – програмне забезпечення  
ЦПО - центральний пульт оператора  
ВК – вузол комутації  
КК – канал комутації  
ПО - пункт обліку  
ЛЕ - лічильник електроенергії

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		6

## ВСТУП

Сьогодні XXI століття - століття стрімкого розвитку інфокомунікаційних технологій, тому каналами зв'язку нехтувати ні в якому разі не можна. З огляду на те, що технічні засоби і, відповідно, технічний парк розвиваються дуже стрімко, що пов'язано з постійним удосконаленням елементної радіоелектронної бази, телекомунікаційні канали зв'язку, покликані на сьогодні бути середовищем передачі даних в різноманітних системах управління, в тому числі в комплексах автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії, повинні як мінімум на крок випереджати необхідні на сьогодні потреби (ємність, швидкість ...) систем обміну даними.

З результатів дослідження систем обліку електроенергії в Україні випливає, що значна кількість точок обліку оснащена різними за типом і класами точності засобами вимірювань, більш 50% яких застаріли морально і фізично.

Парк лічильників електричної енергії (ЛЧ) вимагає заміни, оскільки, біля половини ЛЧ експлуатуються більше 20 років. Більшість з них - індукційні однотарифні ЛЧ старої конструкції.

У багатьох точках обліку порушені умови експлуатації вимірювальних схем: перевищуються втрати напруги у вимірювальних схемах, не виконуються вимоги до вторинних навантажень трансформаторів струму (ТС) і трансформаторів напруги (ТН), порушуються умови експлуатації ЛЧ, до засобів обліку не застосовується повірка відповідно до встановлених міжповірочних інтервалів.

Впровадження автоматизованих систем дозволить оперативно контролювати і аналізувати режими споживання електроенергії та потужності основними її споживачами, дасть можливість здійснювати оптимальне керування навантаженням споживачів. Використовуючи АСКОЕ, можна буде збирати і формувати дані на енергооб'єктах, збирати і передавати на верхній рівень управління інформацію, а також формувати на цій основі дані з метою проведення комерційних розрахунків між постачальниками і споживачами електроенергії. АСКОЕ дозволить спростити банківські операції при розрахунках зі споживачами.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		7

Однією із цілей вдосконалення системи обліку електроенергії слід вважати створення умов для отримання за результатами вимірювань якомога більш достовірного балансу виробництва, передачі, розподілу і споживання електричної потужності або енергії в межах держави, а також показників якості електричної енергії, що споживається споживачами в розрахункових точках обліку.

Оскільки вартість електричної енергії залежить від затрат на її виробництво і передачу, моменту попиту (пори року, днів тижня і години доби), величини заявленої потужності та часу споживання потужності, то собівартість її є різною для кожної години року. Тому перехід до тарифів реального часу дозволяє вийти на дійсну ціну електричної енергії та оптимізувати виробництво, постачання і споживання електричної енергії. Це можливо лише при удосконаленні існуючої системи обліку. У зв'язку з цим робота енергетичної галузі в умовах функціонування енергоринку висуває підвищені вимоги до системи обліку, а саме, до рівня її автоматизації, точності, надійності та цілісності.

Точність і достовірність системи обліку, в першу чергу, визначається засобами інформаційно-вимірювальної техніки, що застосовуються, а також принципами їх використання.

При цьому технічне середовище, що реалізує всі необхідні функції, повинне забезпечити можливість виконання цілісною системою функції управління режимами електроспоживання, включаючи режимні заходи на споживачів електроенергії при порушенні договірних зобов'язань. А також фіксацію фактів режимних заходів на споживачів (покупців) електроенергії, що можуть привести до матеріальних збитків споживачів (покупців).

Провідні лінії зв'язку мають надійність і забезпечують високу швидкість передачі даних, але їх прокладка і експлуатація в разі побудови масштабних мереж вимагають значних витрат. Бездротові лінії зв'язку в більшій мірі схильні до впливу перешкод, але з урахуванням їх гнучкості часто виявляються краще. Очевидно, що при нарощуванні мережі передачі даних набагато простіше змінити наявну конфігурацію бездротової мережі, ніж змінювати кабельну інфраструктуру. В якості вирішення цих проблем можна розглядати використання існуючих мереж стандарту GSM / GPRS.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		8



До переваг обох каналів зв'язку відносяться порівняно низька вартість абонентського обладнання, швидкість розгортання і відсутність необхідності в радіочастотному ліцензуванні.

GPRS-модеми дозволяють об'єднати сотні і тисячі віддалених приладів обліку в єдину інформаційну мережу. Використання GPRS-модемів в автоматизованих системах обліку дозволяє в реальному масштабі часу отримувати точну, достовірну інформацію про споживання енергоносіїв, усунути вплив людського фактора, запобігти аварійним ситуаціям, стежити за технічним станом приладів і приміщень і, як наслідок, в цілому підвищити економічний ефект від застосування приладів обліку.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		9

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ ТА СУЧАСНОГО СТАНУ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

## 1.1 Інфокомунікаційні мережі та послуги

Завдяки величезному впливу мереж ЕОМ і мереж зв'язку на життя суспільства наприкінці 1990х років цей невеликий історичний період стали називати інфокомунікаційною ерою.

Процеси конвергенції, цифровізації та комп'ютеризації мереж зумовлені прагненням створити єдину мережу, здатну надавати телекомунікаційні та інформаційні послуги інтегровано, а також забезпечувати можливість необмеженого розширення спектру різних послуг. Підкреслюючи нерозривний зв'язок інформаційних і телекомунікаційних компонентів у формуванні та наданні послуг мережею, у технічній літературі часто використовують такі інтегруючі поняття, як «інфокомунікації», «інфокомунікаційна мережа». Очевидно, що створення інфокомунікаційної мережі вимагає комплексного використання ресурсів мереж, а також істотно відмінних технічних рішень. І саме від складу й можливостей ресурсів такої багатофункціональної мережі залежить спектр послуг, які надаються.

Інфокомунікації – це сукупність мережевих ресурсів, призначених для спільної участі у виробництві та наданні телекомунікаційних, інформаційних та інших послуг інформаційного співтовариства. Таким чином, інфокомунікації забезпечують можливість не тільки перенесення в просторі інформаційних повідомлень та взаємодію інформаційних систем, а й виробництво нових послуг та інформації.

Інфокомунікаційна мережа становить комплекс термінальних пристроїв користувачів, кінцевих систем мережі та універсальної платформи виробництва та надання послуг, які відповідають різноманітним вимогам користувачів до їх типу та якості.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		10

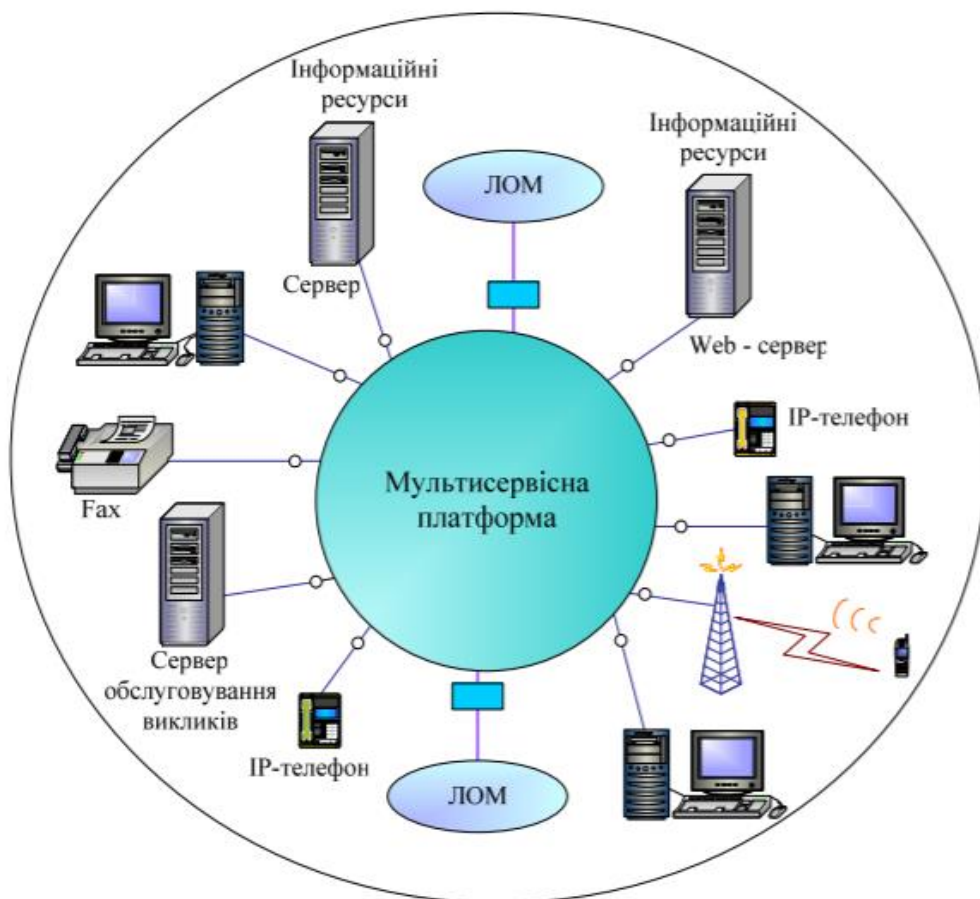


Рисунок 1.1 Інфокомунікаційна мережа

Інфокомунікаційна мережа дозволяє вирішувати найбільш актуальні завдання інформаційного співтовариства:

- надання користувачам можливості обміну інформаційними повідомленнями різного типу (мова, відео, дані);
- швидке та якісне отримання необхідної інформації з будь-якого віддаленого джерела в мережі;
- автоматизація процесів обробки, накопичення, зберігання великих обсягів інформації в мережі і, зрештою, самого процесу виробництва інформації.

Урешті-решт розвиток інфокомунікацій призведе до того, що мережа буде в змозі пропонувати користувачеві одну, але дуже універсальну «інфокомунікаційну послугу».

Кінцевий результат процесу конвергенції – це можливість виробництва й надання інфокомунікаційних послуг. Інфокомунікаційні послуги називають ще послугами Глобального Інформаційного Суспільства (ГІС). Технічною та

технологічною основою ГІЗ має стати Глобальна Інформаційна Інфраструктура (ГІІ), яка має на меті забезпечити кожного користувача різними послугами зв'язку й рівноправним доступом до інформаційних ресурсів планети за конкурентноздатною ціною та з безперервністю послуг при перетині кордонів різних сегментів глобальної мережі. На сьогоднішній день розвиток інформаційнокомунікаційних послуг спостерігається, в основному, в межах глобальної мережі Інтернет, доступ до послуг якої відбувається, як і раніше, через традиційні мережі зв'язку. До того ж нерідко, зважаючи на обмежені можливості транспортної інфраструктури, послуги Інтернету не відповідають вимогам, які висувають до послуг ГІС.

Розвиток комунікаційних послуг потребує вирішення низки завдань ефективного керування інформаційними ресурсами з одночасним розширенням функціональності транспортних мереж та мереж доступу.

Основними технологічними особливостями, які вирізняють інфокомунікаційні послуги, є такі:

- доступність для користувачів незалежно від способів доступу до мережі та гарантована якість обслуговування;
- використання додаткової адресації в межах конкретної інфокомунікаційної послуги при ідентифікації абонентів;
- залучення верхніх рівнів моделі ISO/OSI для реалізації інфокомунікаційної послуги;
- розподілення функціональності інфокомунікаційних послуг між устаткуванням сервісного вузла провайдера й термінальним обладнанням користувача, оскільки більшість комунікаційних послуг є мережевими застосуваннями:
  - більшість інфокомунікаційних послуг передбачає наявність клієнтської й серверної частин. Клієнтську частину реалізують у обладнанні користувача, а серверну – на сервісному сайті провайдера;
  - наявність можливостей з керування інфокомунікаційними послугами з боку користувачів, тому що для них прикметним є різноманіття прикладних протоколів;
  - несиметричність вхідного та вихідного інформаційних потоків і вимога високих швидкостей для передавання мультимедійних даних;

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		12

- для надання інфокомунікаційних послуг часто необхідними є складні багатоточкові схеми з'єднань;
- забезпечення користувачеві комплексної можливості отримання послуг за допомогою єдиного уніфікованого інтерфейсу.

Ґрунтуючись на вищевикладеному, наведемо визначення інфокомунікаційної послуги. Інфокомунікаційних послуга – це послуга, здатна задовольнити телекомунікаційні, інформаційні (або ті й інші одночасно) потреби користувача при будь-якому (проводовому, безпроводовому, стаціонарному або мобільному) доступі до мережі та з можливістю вибору різних режимів зв'язку, інтегрованих у формі єдиного терміналу.

Сьогодні розвиток інфокомунікаційних послуг відбувається, в основному, у рамках комп'ютерної мережі Інтернет, доступ до послуг якої здійснюється через традиційні мережі зв'язку.

Проте іноді Інтернет послуги через обмежені можливості транспортної інфраструктури мережі не відповідають сучасним вимогам, що висуваються до послуг інформаційного суспільства.

З огляду на це розвиток інфокомунікаційних послуг потребує розв'язання завдань ефективного керування інформаційними ресурсами з одночасним розширенням функціональності мереж зв'язку, що, у свою чергу, стимулює процес інтеграції Інтернету й мереж зв'язку.

До основних технологічних особливостей, що відрізняють інфокомунікаційні послуги від послуг традиційних мереж зв'язку, можна віднести такі:

- інфокомунікаційні послуги перебувають на верхніх рівнях моделі взаємодії відкритих систем (ВВС) (тоді як послуги зв'язку надаються на третьому, мережному рівні);
- більшість інфокомунікаційних послуг припускає наявність клієнтської та серверної частин; клієнтська частина реалізується в устаткуванні користувача, а серверна — на спеціальному виділеному вузлі мережі, названому вузлом служб;
- інфокомунікаційні послуги, як правило, припускають передавання інформації мультимедіа, що характеризується високими швидкостями

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		13

передавання та несиметричністю вхідного і вихідного інфокомунікаційних потоків;

- для надання інфокомунікаційних послуг найчастіше необхідні складні багатоточкові конфігурації з'єднань;
- для інфокомунікаційних послуг характерне розмаїття прикладних протоколів і можливостей щодо керування послугами з боку користувача;
- для ідентифікації абонентів інфокомунікаційних послуг може використовуватися додаткова адресація в рамках даної інфокомунікаційної послуги.

Більшість інфокомунікаційних послуг є так званими додатками, тобто їхня функціональність розподілена між устаткуванням постачальника послуги та кінцевим устаткуванням користувача. Як наслідок, функції кінцевого устаткування також мають бути віднесені до складу інфокомунікаційної послуги, що необхідно враховувати при їх регламентації.

До інфокомунікаційних послуг висуваються такі вимоги:

- мобільність послуг;
- можливість гнучкого й швидкого створення нових послуг;
- гарантована якість послуг.

Мережа електров'язку складається з пунктів і ліній (каналів) зв'язку. Пункти мережі поділяються на кінцеві (КінП), у тому числі абонентські (АП), з апаратурою введення і виведення інформації, вузли зв'язку (ВЗ), що забезпечують розподіл інформації, і різні обчислювальні комплекси (центри), які забезпечують обробку й зберігання інформації. Вузли зв'язку, у свою чергу, поділяються на комутаційні (комутація каналів, повідомлень, пакетів) для розподілу інформації і мережні (із кросуванням) для розподілу пучків каналів.

Канали зв'язку (КЗ), об'єднані в лінії (ребра мережі) між окремими пунктами мережі, слугують для передавання (перенесення) інформації у просторі. Як пункти, так і лінії (канали) здебільшого є стаціонарними, але існують і нестаціонарні (пересувні).

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		14

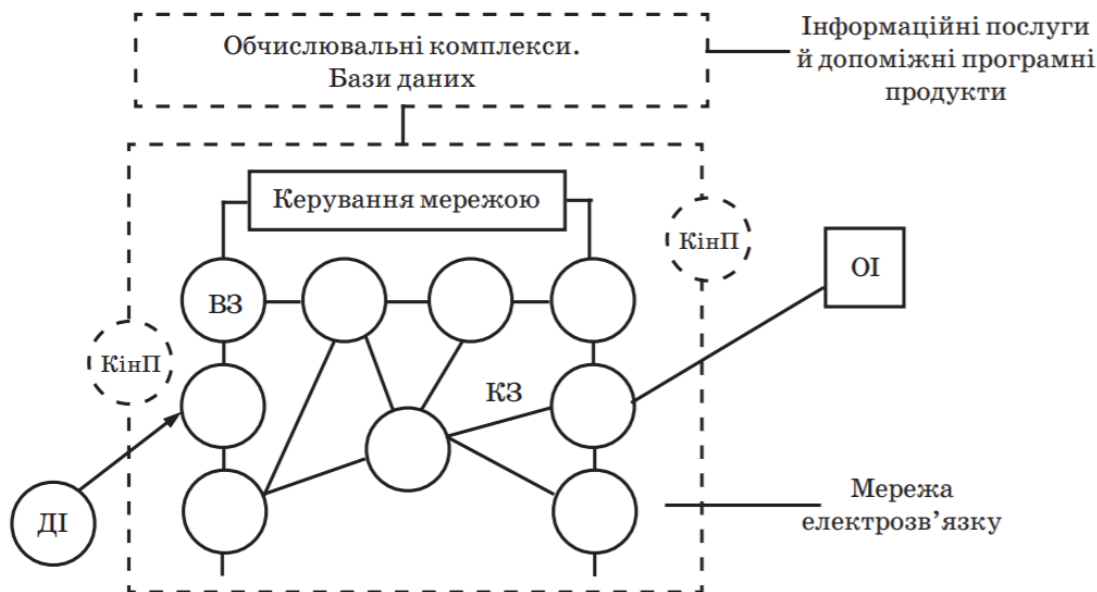


Рисунок 1.2. Схема інфокомунікаційної мережі

КінП — кінцевий пункт; КЗ — канал зв'язку; ВЗ — вузол зв'язку; ДІ — джерело інформації; ОІ — отримувач інформації

Системи керування різних рівнів містять набір відповідних засобів експлуатації та відновлення (у тому числі й колективи людей) і алгоритми для забезпечення:

- нормальної роботи окремих пристроїв і каналів;
- доставляння повідомлень за адресою;
- нормального функціонування мережі, її надійності й живучості (організація ремонту й відновлення, перерозподіл і обмеження потоків повідомлень);
- розподілу завдань і запитів на послуги за різними базами даних, що входять в інфокомунікаційну мережу, і оптимального використання потужностей обчислювальних комплексів.

## 1.2 Системи обліку електроенергії

Сьогодні кожен розуміє, що ефективне використання енергоресурсів можливо тільки за умови їх надійного і точного обліку і контролю. У наші дні більшість сучасних підприємств і організацій серйозно замислюються про дистанційний збір даних з приладів електрообліку.

										Арк
										15
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат						

Сучасні автоматизовані інформаційно-вимірювальні системи комерційного обліку електроенергії створюються для комерційного обліку споживаної електричної енергії або електричної енергії, що відпускається. Головним завданням при побудові подібних систем є робота на оптовому ринку електроенергії (ОРЕ), при цьому необхідно забезпечити передачу інформації суміжним суб'єктам (мережевим компаніям, енергопостачальним організаціям або генеруючим компаніям).

Метою створення і функціонування АСКОЕ є вимірювання кількості електричної енергії, що дозволяє визначити величини облікових показників, використовуваних у фінансових розрахунках, тому установка АСКОЕ є обов'язковою вимогою відповідно до Закону України "Про ринок електричної енергії" та затверджена Кодексом комерційного обліку електричної енергії в постанові НКРЕКУ від 14 березня 2018 року № 311., який накладає серйозні вимоги в частині метрологічного забезпечення.

Автоматизовані інформаційно-вимірювальні системи технічного обліку електроенергії призначені для організації обліку електроенергії усередині виробничого підприємства. Основними завданнями є:

- облік електроенергії, споживаної на різні потреби (споживання по окремих виробництвах, цехах, дільницях);
- планування споживання електроенергії;
- резервування даних комерційного обліку електроенергії (заміщення даних комерційної системи обліку);
- виявлення нераціонального використання електричної енергії;
- зниження втрат електроенергії на основі аналізу облікових даних;
- можливість використання даних споживання електроенергії для аналізу фінансово-економічної діяльності підприємства.

Автоматизовані інформаційно-вимірювальні системи технічного обліку електроенергії будуються на основі технічного завдання замовника. Такі системи, як правило, включають в себе велику кількість точок обліку і часто характеризуються великою територіальною віддаленістю місць установки лічильників. При реалізації подібних проектів додаткову увагу приділяється прокладці кабельних трас (ліній зв'язку) між окремими виробничими приміщеннями (об'єктами) в умовах проведення робіт на об'єктах діючого

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		16



виробництва. У деяких випадках це призводить до необхідності модернізації існуючих кабельних ліній і кабельних споруд (естакад, лотків, кабельних каналів).

Комплексне впровадження комерційного і технічного обліку забезпечують такі функції:

- зонний облік споживання електроенергії;
- управління споживанням електроенергії в різні часові інтервали, реалізуючи найбільш швидкий спосіб зниження витрат на електроенергію переключенням підприємства на диференційовану по зонах доби оплату за електроенергію
- в режимі реального часу контроль енергетичного балансу підприємства;
- шляхом створення експертної системи на базі ретроспективного аналізу планувати споживання електроенергії;
- нормування і контроль енерговитрат підприємства диференційовано за видами виробництв або технологічних переділів;
- формувати звітні документи, включаючи:
  - цінні профілі навантажень;
  - програми навантажень;
  - звіти (добові, тижневі, місячні, річні);
  - свідчення максимальної точності;
  - вклади в споживану потужність різних споживачів;
  - платіжні дані;
  - контроль режимних обмежень.

Для організації системи АСКОЕ необхідно:

У точках обліку енергії встановити високоточні засоби обліку - електронні лічильники.

Цифрові сигнали передати в так звані «суматори», забезпечені пам'яттю.

Створити систему зв'язку (як правило, останнім часом для цього використовують GSM - зв'язок), що забезпечує подальшу передачу інформації до місцевих (на підприємстві) і на верхні рівні.

Організувати і оснастити центри обробки інформації сучасними комп'ютерами та програмним забезпеченням.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		17

Вирішення проблеми обліку електроенергії вимагає створення автоматизованих систем контролю і обліку, які в загальному випадку містять два або три рівні.

Перший рівень - це рівень збору інформації.

Елементами цього рівня є електролічильники і різні пристрої, що вимірюють параметри системи. В якості таких пристроїв можуть застосовуватися різні датчики як такі, що вихід для підключення інтерфейсу RS-485, так і датчики, підключені до системи через спеціальні аналого-цифрові перетворювачі. Необхідно звернути увагу на те, що можливо використовувати не тільки електронні електролічильники, а й звичайні індукційні, обладнані перетворювачами кількості оборотів диска в електричні імпульси.

У системах АСКОЕ для з'єднання датчиків з контролерами застосовують інтерфейс RS-485. Вхідний опір приймача інформаційного сигналу по лінії інтерфейсу RS-485 зазвичай становить 12 кОм. Так як потужність передавача обмежена, це створює обмеження і на кількість приймачів, підключених до лінії. Згідно зі специфікацією інтерфейсу RS-485 з урахуванням узгоджувальних резисторів приймач може вести до 32 датчиків.

Другий рівень - це сполучний рівень.

На цьому рівні знаходяться різні контролери, (спеціалізовані вимірювальні системи або багатофункціональні програмовані перетворювачі) з вбудованим програмним забезпеченням обліку, які здійснюють в заданому циклі інтервалу усереднювання цілодобовий збір вимірювальних даних, накопичення, оброблення і передавання цих даних на наступний рівень. У разі якщо потрібно з'єднання більше 32 датчиків, тоді в схемі на цьому рівні з'являється пристрої, які називаються концентраторами.

Третій рівень - це рівень збору, аналізу та зберігання даних. Елементом цього рівня є комп'ютер, контролер або сервер. Основним вимога до обладнання цього рівня є наявність спеціалізованого програмного забезпечення для налаштування елементів системи. Дане програмне забезпечення здійснює збір інформації з контролера (або групи контролерів) другого рівня, підсумкове оброблення цієї інформації як по точках обліку, так і по їх групах (підрозділам і об'єктам підприємства), відображення і документування даних обліку у вигляді, зручному для аналізу і ухвалення рішень (керування) оперативним персоналом служби головного енергетика і керівництвом підприємства.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		18

Другий рівень АСКОЕ поєднаний з третім рівнем каналом зв'язку, в якості якого можуть використовуватися фізичні проводові лінії зв'язку, GPRS, та ін.

При проектуванні сучасних систем АСКОЕ застосовують тільки електронні лічильники. Вони мають незаперечні переваги перед індукційними саме в «інформаційному» плані і мають практично необмежені сервісними можливостями.

На різних рівнях АСКОЕ вирішуються різні завдання.

- вимірювання електричної енергії в точках обліку з похибкою не вище за допустиму;
- обчислення параметрів електричної енергії;
- зберігання обчислених значень параметрів електричної енергії та інших первинних даних в первинній базі даних (ПБД) з відповідними позначками часу та ознаками достовірності (якості) даних;
- доступ до первинних даних, що зберігаються в ПБД, по інформаційній мережі АСКОЕ за допомогою комунікаційних протоколів.
- збирання первинних даних з ПБД приладів обліку (ПО), що розташовані на рівні об'єктів обліку;
- оброблення первинних даних, перевірення їхньої повноти і достовірності, відтворення пропущених даних;
- зберігання первинних даних в локальній базі даних (БД) з відповідними позначками часу та ознаками достовірності даних;
- передавання даних комерційного обліку на верхні рівні розподіленої АСКОЕ - репопональний і центральний;
- забезпечення доступу до первинних даних, в тому числі, на рівні об'єктів обліку, з регіонального і центрального рівнів;
- забезпечення функціонування устаткування рівня об'єктів обліку.

### **1.3 Системи передачі даних, що використовуються в системах обліку**

На сьогоднішній день освоєні і активно застосовуються такі технології для передачі даних:

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		19

-GSM/GPRS: передача даних за допомогою GSM-мережі. Застосовується для передачі даних про енергоспоживання як від УСПД, так і від лічильників в УСПД.

Типи обладнання: у системах застосовуються як зовнішні GSM / GPRS-модеми (Cinterion MC52i, Conel ER75i (Siemens), УСД-01 (02), Комунікатор GSM / GPRS, GSM-GPRS комунікатор «Гран-GPRS» та ін.) Так і вбудовані в лічильники електроенергії і УСПД ( «Гран-Електро СС-301», «МТХ 3Rxx.xx.xxx-GO4», «Альфа А1140, А1700, А1800», «Енергоміра СЕ301, СЕ303», УСПД «СЕМ-3», «164-01Б», «Роутер МТХ RT 6L1E5 / G-3», «Роутер RTR LV / GSM» і ін.).

Переваги: вже сформована інфраструктура мережі з досить великим покриттям території, великий вибір обладнання.

Недоліки: стягується оператором стільникового зв'язку плата за послугу передачі даних (за винятком закритих абонентських груп і деяких тарифних планів), залежність від працездатності обладнання оператора стільникового зв'язку, рівень GSM-сигналу в спец-приміщеннях (ТП, РП, Підвальні приміщення і ін.) часто низький, що вимагає додаткових монтажних заходів по встановленню зовнішніх антен.

-ETHERNET, INTERNET: передача даних за допомогою технології TCP-IP (обчислювальні мережі). Застосовується для передачі даних про енергоспоживання як від УСПД, так і від лічильників в УСПД. Застосовується в системах, де потрібна передача великих обсягів інформації, а також коли потрібно організувати автоматизоване робоче місце, яке глобально віддалене від УСПД або сервера збору даних.

Типи обладнання: комутатори ETHERNET, різні xDSL-модеми та ін.

Переваги: передача більших обсягів інформації на великій швидкості. Найчастіше, інфраструктура Ethernet (в т.ч. з доступом до мережі Internet) вже існує на об'єкті автоматизації.

Недоліки: необхідність прокладки кабелів. Для підключення до встаткування технологічному з послідовними інтерфейсами необхідно встановлювати перетворювачі інтерфейсів. Недостатня кількість кваліфікованих фахівців.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		20

#### 1.4 Постановка завдання на розробку системи, що проектується

Метою даної роботи є розробка інфокомунікаційної системи обліку електроенергії на основі використання пакетної радіомережі. Одним з ключових елементів такої схеми є GSM/GPRS модем, який має забезпечувати надійний зв'язок і безперебійну передачу даних між джерелом інформації на об'єкті керування (лічильник обліку електроенергії) та віддаленою стороною (сервер, диспетчерський пункт).

З урахуванням різноманітності можливих конфігурацій обладнання в GPRS модемі необхідно передбачити підключення до електронного лічильника електричної енергії із використанням інтерфейсу RS-232 або RS-485.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

1. Здійснити дослідження та порівняльний аналіз технологій передачі даних.
2. Здійснити вибір, обґрунтування, розробку та опис структурної схеми, що проектується.
3. Розробити алгоритм функціонування GPRS-модему.
4. Розробити та навести опис структурної, функціональної та принципової схем пристрою.
5. Розробити програмне забезпечення GPRS модему.
6. Виконати розрахунок собівартості та ціни пристрою.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		21

## 2 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

Плануючи створити систему збору та передачі даних, необхідно вибрати технологію їх передачі - GSM, SMS або GPRS - і апаратні засоби зв'язку. Перш ніж розглядати можливі варіанти реалізації каналу, нагадаємо деякі моменти, які слід врахувати. Спочатку потрібно переконатися, що обраний вами оператор підтримує необхідну технологію передачі, а потім активувати відповідні послуги на SIM-карті.

### Передача даних по голосовому каналу GSM

Така передача здійснюється між двома модемами GSM / GPRS по топології "точка-точка". У разі застосування зовнішніх терміналів останні підключають до концентраторів мереж лічильників і до центрального пульта оператора (ЦПО) в ЦСОІ через інтерфейс RS-232.

При використанні голосового каналу GSM для передачі даних будь-яка зі сторін може бути ініціатором встановлення з'єднання. Модем викликається пристрою повинен бути налаштований (за допомогою AT-команд) на прийом вхідного дзвінка і автоматичну відповідь на нього. Для спрощення передачі даних через модем GSM / GPRS і забезпечення підтримки різних протоколів рекомендується застосовувати режим "прозорого з'єднання". Він має на увазі відсутність будь-якого контролю за передачею з боку модему, всі функції, що гарантують надійність зв'язку, покладаються на хост-пристрій; модеми ж виступають лише в ролі трансляторів ланок між двома хост-пристроями.

Для зниження впливу перешкод і зменшення числа повторних пересилань даних при роботі модемів в "прозорому режимі" рекомендується на стороні зовнішнього пристрою використовувати фрагментацію пакетів даних для передачі. Це дозволить в разі спотворення даних в голосовому каналі GSM повторно пересилати тільки частина пакета, що значно скоротить загальний час сеансу зв'язку і обсяг трафіку.

Організація каналів передачі даних між віддаленими об'єктами є актуальним завданням при створенні автоматизованих систем збору і передачі інформації в рамках систем обліку енергоресурсів і витрати води, безпеки та оповіщення, віддаленого контролю і моніторингу, регулювання транспортних потоків, управління вуличним освітленням.

										Арк
										22
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат						

Розглянемо організацію таких каналів на прикладі типової автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ). Це комерційна система збору інформації з лічильників електроенергії, встановлених на різних об'єктах (в житлових будинках, на підприємствах і т. П.), Обробки її і виставлення рахунків кожному споживачеві електроенергії. Системи АСКОЕ, як правило, включають в себе групи електронних лічильників електроенергії, сервери їх опитування, канали передачі даних і автоматизовані робочі місця фахівців. Створення таких систем пов'язане з вирішенням цілого комплексу організаційних і технічних питань.

Збір інформації про показання лічильників може здійснюватися як за допомогою дротового або бездротовим способом. На сьогоднішній день переважає перший спосіб, а самими затребуваними технологічними рішеннями для дротових мереж лічильників є інтерфейс RS-485, струмова петля і інтерфейс передачі по силових лініях PLC. До останнього часу бездротові технології використовувалися менше, ніж провідні, але зараз з появою нового стандарту бездротового зв'язку IEEE 802.15.4, спочатку орієнтованого на подібне застосування, ситуація в області створення бездротових мереж лічильників змінюється.

Інформація з лічильників надходить в локальний центр мережі лічильників - концентратор, в пам'яті якого вона зберігається у вигляді масивів даних. Подібних концентраторів в системі АСКОЕ може бути безліч, але для їх обслуговування і моніторингу достатньо всього одного центру збору та обробки інформації (ЦСОІ).

Найбільш затребуваним і актуальним на сьогоднішній день є організація передачі даних по мережі GSM.

При використанні бездротової технології GSM дані можуть передаватися трьома основними способами: за допомогою служби коротких повідомлень SMS (Short Message Service), по голосовому каналу GSM і з використанням пакетної передачі даних GPRS (General Packet Radio Service). Служба SMS вельми популярна серед користувачів мобільних телефонів. Однак для передачі масивів даних вона підходить найменше. За допомогою SMS-повідомлень доцільно передавати команди (наприклад, на підключення до сервера) або службову інформацію малого обсягу (IP-адреса сервера і т. п.). Основні переваги цієї служби - простота використання, відносно низька вартість послуг і зручна

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		23

організація доставки повідомлень. До недоліків її слід віднести в першу чергу негарантованість швидкої доставки повідомлення і мале число символів в ньому - до 160. Ці обставини накладають суттєві обмеження на застосування SMS, наприклад, в системах безперервного моніторингу виробничих процесів або контролю мобільних об'єктів.

Службу SMS має сенс використовувати при невеликих обсязі і числі інформаційних посилок, наприклад, якщо опитування поточного стану концентратора мережі лічильників здійснюється з віддаленого диспетчерського пункту один раз в зміну. Ця служба також підходить для передачі тривожних повідомлень про нештатних ситуаціях в додатках, не критичних за часом оповіщення.

Високошвидкісна передача даних з комутацією каналів HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) дозволяє організувати обмін даними будь-якого обсягу між двома об'єктами в реальному масштабі часу (on-line) в форматі з'єднання "точка-точка". Основними перевагами цього способу зв'язку є більш високі надійність і швидкість передачі даних.

Максимальна швидкість передачі даних по одному голосовому каналу GSM (режим CSD) становить 9600 Кбіт / с, а багатоканальний режим HSCSD забезпечує передачу даних на швидкості 19 200 Кбіт / с і вище. До недоліків використання голосового каналу GSM можна віднести значну вартість пересилки кілобайт інформації і істотний негативний вплив (на економічні показники системи) часу організації сеансу зв'язку між модемами (свого роду handshaking) при передачі малих обсягів даних. Оскільки абоненти оплачують цей час, то в наявності неефективне використання фінансових ресурсів.

Найбільш оптимальний спосіб передачі даних по мережі GSM - застосування технології GPRS. Головною її особливістю є можливість постійного підключення абонента до мережі - наявність активного віртуального каналу зв'язку. На час передачі пакета даних абоненту надається реальний (фізичний) радіоканал, який в інший час використовується для передачі пакетів інших користувачів мережі. Таким чином, абонент не займає фізичний канал постійно, як при режимах CSD і HSCSD, і тому платить тільки за трафік, а не за весь час сеансу зв'язку. В результаті істотно знижується вартість передачі мегабайта інформації. Технологія GPRS оптимальна для застосування в системах безперервного або квазінеперервних моніторингу виробничих процесів,

										Арк
										24
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат	ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ					



контролю мобільних і стаціонарних об'єктів, а також для підтримки додатків, в яких ключову роль відіграє низька вартість трафіку. Максимально можлива швидкість обміну даними за допомогою технології GPRS теоретично може досягати 170 Кбіт / с.

## 2.1 Особливості передачі даних за допомогою GPRS каналу зв'язку

### Передача даних за допомогою SMS

Як вже говорилося вище, короткі інформаційні пакети можуть передаватися з використанням служби SMS. Для цього в приймаючому модемі (за допомогою AT-команд) необхідно вказати місце зберігання вхідних SMS-повідомлень (пам'ять SIM-карти або модему) і вибрати режим індикації надходження нових повідомлень. У відправляє модемі слід задати параметри відправляється SMS-повідомлення і вибрати його формат.

### Передача даних за допомогою GPRS

Як відомо, технологія пакетної передачі GPRS використовує в якості механізму доставки пакетів даних протоколи TCP / IP, в разі застосування яких кожному з пристроїв мережі присвоюється унікальний IP-адресу. Існує два види IP-адрес: статичні і динамічні. Статичні IP-адреси можуть надаватися або Інтернет-провайдерами, або операторами стільникових мереж. Найбільш простий спосіб отримання статичних IP-адрес - звернутися до Інтернет-провайдера. У операторів стільникових мереж отримати такі адреси часто важко і дорого.

Динамічні IP-адреси видає оператор при приєднанні до мережі GPRS і тільки на час сеансу зв'язку. Якщо з яких-небудь причин сеанс перервався, то при повторному приєднанні пристрій, що не має статичного IP-адреси, отримає новий динамічний, відмінний від попереднього. Необхідно згадати той факт, що якщо пристрій, в тому числі модем GSM / GPRS, авторизованих в мережі і отримало динамічний IP-адресу, то для підтримки віртуального GPRS-каналу в активному стані потрібно через певні часові інтервали передавати сигнальні пакети на будь-який відомий IP-адреса, інакше оператор роз'єднає з'єднання з мережею.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		25

Стосовно до даної системи АСКОЕ можливі різні варіанти виділення IP-адрес ЦПО та концентраторів мереж лічильників. Найбільш часто зустрічається варіант - наявність у ЦПО статичного IP-адреси, а у абонентів - динамічних. Причому статичний IP-адресу виділяє ЦПО не стільниковий оператор, а Інтернет-провайдер при підключенні ЦПО до Інтернету по виділеному каналу доступу (освіченій за допомогою технологій ADSL або ін.).

При такій організації системи можливі два сценарії встановлення з'єднання між пристроями з метою передачі даних. Якщо ініціював з'єднання пристроєм є концентратор, він організовує GPRS-сеанс з інфраструктурою стільникового оператора, отримує від нього динамічний IP-адресу і встановлює TCP / IP-з'єднання з ЦПО (якщо "знає" його статичний IP-адресу). Останній (ЦПО) повинен бути налаштований на прийом (і обробку) запитів на з'єднання по виділеному каналу доступу в Інтернет. Під час отримання запиту на з'єднання від концентратора його динамічний IP-адресу стане "відомий" ЦПО (в IP-заголовку пакета міститься інформація про адресу відправника), що зробить можливим двосторонній обмін інформацією.

Якщо ж ініціатором зв'язку є ЦПО, то він додзвонюється до віддаленого модему по голосовому каналу GSM або надсилає SMS-повідомлення на його номер. Концентратор сприймає вхідний дзвінок (або яке надійшло SMS-повідомлення) з відомого номера як команду на встановлення з'єднання з ЦПО і далі діє так, як було описано раніше. Мінімальною вимогою при організації з'єднання з ЦПО є "знання" концентратором статичного IP-адреси ЦПО. Якщо ж концентратор не «знає» цю адресу, то його можна повідомити концентратора по голосовому каналу GSM або за допомогою служби SMS.

При необхідності організувати зв'язок з концентратором, мають статичний IP-адресу, ЦПО звертається до нього за цією адресою, встановлюючи GPRS-з'єднання. Для цього модем GSM / GPRS концентратора повинен бути налаштований на прийом (і обробку) запитів на з'єднання по каналу TCP / IP. Такий спосіб організації каналу передачі даних можливий, однак на практиці майже не зустрічається через складність отримання статичних IP-адрес у стільникових операторів для всіх віддалених пристроїв системи.

Актуальний і такий варіант: концентратори і ЦПО мають динамічні IP-адреси. Це можливо, коли ЦПО не обладнано виділеним каналом доступу в

										Арк
										26
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат	ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ					

Інтернет, але розташований в зоні дії одного з операторів стільникового зв'язку. У цьому випадку вже не важливо хто є ініціатором зв'язку - концентратор або ЦПО, дії по реалізації каналу передачі даних завжди будуть одні і ті ж.

Ініціювання зв'язок пристрій (наприклад, ЦПО) організовує GPRS-сеанс з інфраструктурою стільникового оператора і отримує від нього динамічний IP-адресу. Потім воно повідомляє (наприклад, за допомогою служби SMS) отриманий адресу іншого пристрою (концентратора) і передає йому команду з'єднатися за цією адресою. Викликається пристрій, організувавши GPRS-сеанс і отримавши динамічний IP-адресу, встановлює TCP / IP-з'єднання із зухвалим пристроєм.

Зазвичай при з'єднанні «точка-точка» в режимі GPRS використовується схема, при якій GSM / GPRS-термінал виступає в ролі «веденого». У цьому випадку центральний сервер тим чи іншим про разом ініціалізує процес установки зв'язку, наприклад додзвонюючись до терміналу на звичайний GSM-номер або посилаючи SMS-повідомлення.

Термінал реєструє вхідний дзвінок або SMS і починає установку зворотного зв'язку, відкриваючи GPRS / PPP-сесію з оператором GSM. Потім термінал автоматично встановлює TCP-з'єднання з центральним сервером для пересилки даних (або посилає UDP-повідомлення). У такій схемі термінал, як правило, отримує динамічний IP-адресу (унікальний на час сесії і), а сервера необхідний статичний, фіксований IP-адреса.

Ефект від використання технологій бездротової передачі даних в системах промислової автоматики, на перший погляд, очевидна - економія матеріальних і людських ресурсів, зниження збитків від простою устаткування, збільшення точності вимірювань. Однак цей стандарт передачі даних, крім явних переваг, має також цілий ряд обмежень. Наприклад, використання GSM / GPRS технологій не підходить для потоків даних, критичних до часу доставки. Тому стільниковий зв'язок не рекомендується використовувати при побудові відповідальних керівників систем, тим більше систем управління реального часу. В першу чергу це пов'язано з тим, що якість стільникового зв'язку залежить від завантаженості мережі, віддаленості від базових станцій, кількості активних абонентів мережі.

У той же час, в промислової автоматизації є цілий ряд завдань, які не мають на увазі передачі великих обсягів даних з високою швидкістю. Це

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		27

завдання диспетчеризації і віддаленого контролю технологічних процесів. На практиці такі системи бездротового моніторингу найчастіше будуються на базі промислових GSM / GPRS модемів.

Передавання пакетів між вузлами телекомунікаційної мережі можна реалізувати по-різному, а саме:

- за допомогою датаграм;
- з використанням віртуального виклику;
- з використанням віртуального каналу;
- з використанням віртуального з'єднання.

Датаграмний спосіб полягає у тому, що кожен пакет рухається мережею самостійно, без урахування того, як просуваються пакети, які йдуть до або після нього. Кожен вузол комутації (ВК), на основі адресної інформації полів заголовка пакета й власних відомостей про наявність незайнятих вихідних каналів, до сусідніх ВК вибирає наступний ВК, на який спрямовується пакет. У результаті пакети одного й того ж повідомлення з однією й тією ж адресою можуть слідувати від місця відправлення до місця призначення різними маршрутами й прийти у переплутаному порядку. Вхідний ВК (кінцевий вузол маршруту) відновлює правильну послідовність пакетів і вже в цій послідовності передає їх до пункту призначення.

Використання віртуального виклику. Прикметною особливістю є те, що датаграмний спосіб доповнюється віртуальним викликом. Попередньою до фази передавання пакетів повідомлення є фаза послілки службового пакету в АП одержувача із зазначенням повного обсягу повідомлення для того, щоб зарезервувати достатній буферу пам'яті для його прийому. Після резервування пам'яті в АП у зворотний бік надсилається службовий пакет з підтвердженням про готовність до прийому повідомлення. Сеанс передавання пакетів розпочинається лише після отримання пакету про підтвердження прийому. Обмін службовими пакетами перед сеансом передавання повідомлення називається послілкою віртуального виклику. Спосіб віртуального виклику зменшує ймовірність блокування роботи окремих вузлів комутації (ВК) і, отже, ймовірність виникнення безвихідних ситуацій у мережі, які гальмують проходження датаграм, а також додаткових витрат часу на послілку віртуального виклику. Використання віртуального каналу. Цей спосіб

										Арк
										28
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат						

характеризується тим, що фазі передавання пакетів повідомлення від одного АП до іншого АП передуює фаза налаштування логічного з'єднання між ними, яке називається віртуальним каналом. Фаза налаштування віртуального каналу містить обмін службовими пакетами, при якому, як і в попередньому способі, здійснюється резервування пам'яті для прийому повідомлення в АП одержувача, а також визначається фіксований маршрут прямування мережею пакетів переданого повідомлення. Кожен пакет забезпечується ідентифікатором віртуального каналу, який розміщується в полі заголовка. Проміжні ВК, через які проходить маршрут віртуального каналу, у даній ситуації не приймають самостійних рішень щодо маршрутизації пакетів, а спрямовують пакети згідно з ідентифікаторами віртуального каналу. Оскільки пакети рухаються за фіксованим маршрутом, то, у випадку зайнятості вихідного напрямку, вони затримуються в ВК і накопичуються у вихідних буферах. Якщо вихідний буфер переповнюється, виникає блокування ВК. Блокування можуть викликати неприпустимі затримки пакетів у мережі, а також безвихідну ситуацію, яка зупиняє роботу всієї мережі. Цей недолік усувається за допомогою організації віртуального з'єднання, в якому забезпечується резервування ресурсів пам'яті в усіх проміжних ВК маршрутом проходження пакетів переданого повідомлення.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		29

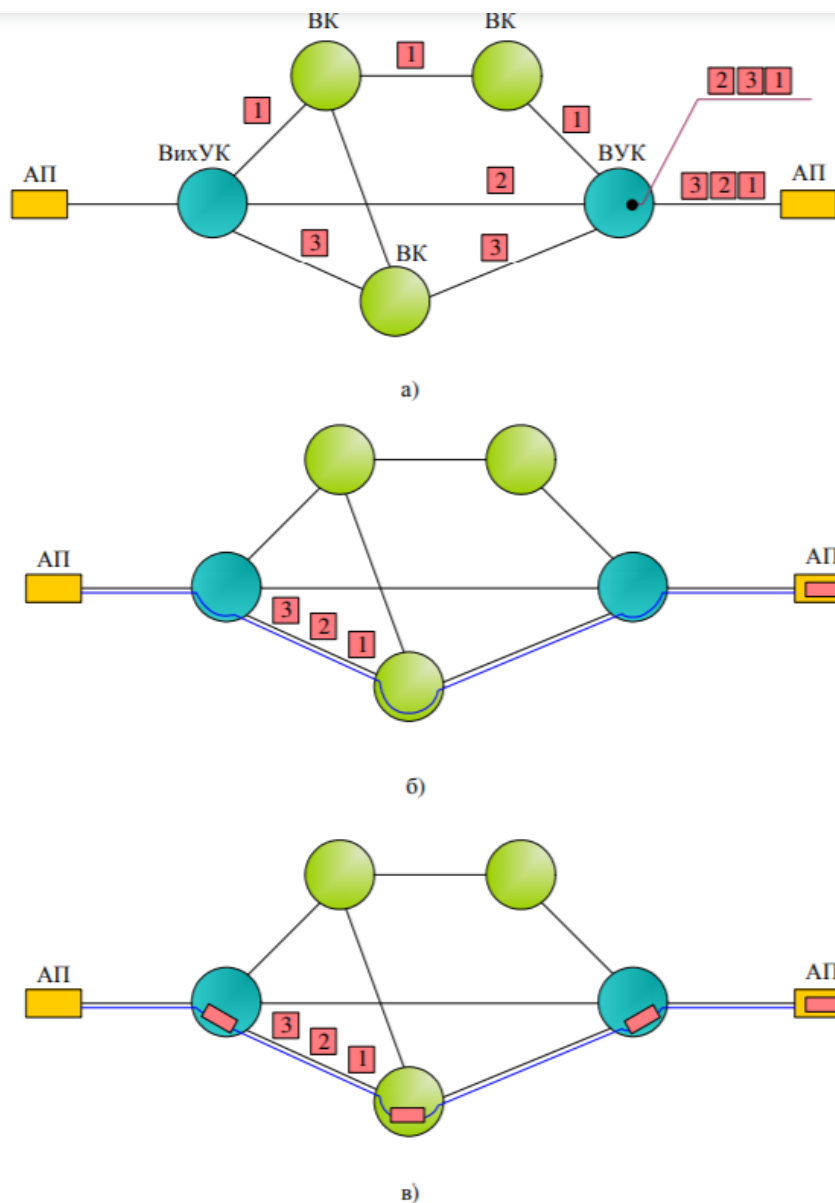


Рисунок 2.1 Способи комутації пакетів: а – датаграмний; б – віртуального каналу; в – віртуального з'єднання

Використання віртуального з'єднання. Спосіб характеризується тим, що в фазі налаштування віртуального каналу здійснюється резервування буферів до ЗП ВК, які входять у маршрут передавання пакетів, достатніх для проходження пакетів без затримок. Цей спосіб є подібним за принципом налаштування зв'язку до методу комутації каналів (КК). Якщо налаштування зв'язку супроводжуватиметься резервуванням тайм-слотів у транзитних лініях, то відмінність від КК полягатиме лише в розмірі пакета та способі коректування помилок (при КК це робиться на вхідному ВК, а при КП – на всіх ВК, які складають маршрут віртуального каналу).

Телекомунікаційні мережі з комутацією каналів було розроблено й оптимізовано для досягнення найвищої якості передавання мовленнєвих повідомлень. Навіть те, що дуплексний канал при цьому використовується тільки на 50%, вважається цілком допустимим. Низька ефективність використання каналів у мережі з комутацією каналів пояснюється тим, що після налаштування з'єднання між кінцевими пристроями ресурс (пропускна здатність) скомутованого каналу та його складових частин на час сеансу зв'язку є недоступним для інших застосовань, навіть у тому випадку, коли дані тимчасово не передаються. Використовуючи такі телекомунікаційні мережі для передавання даних між комп'ютерами, виявлено, принаймні, два недоліки: з'єднання типу термінал-хост (наприклад, у процесі взаємодії ПК користувача з мережевим комп'ютером) звільняє канал на значний час, але телекомунікаційна мережа не може використовувати його в цей час для іншого застосовання; мережа з комутацією каналів забезпечує передавання даних з постійною швидкістю. Це означає, що будьякій парі термінал-хост надано однакову фіксовану швидкість, що обмежує можливості мережі для під'єднання хостів і терміналів різної продуктивності. Упровадження телекомунікаційної мережі з асинхронним режимом перенесення може усунути ці недоліки шляхом використання так званого «естафетного» способу передавання повідомлень (або його частин) від вузла до вузла за маршрутом перенесення інформації в мережі. При цьому не потрібно жорсткого закріплення ресурсів ліній зв'язку, через які проходить маршрут.

Комп'ютерні повідомлення (дані), згідно зі стеком протоколів моделі OSI/ISO, розподіляються на невеликі блоки, які, досягаючи мережевого рівня, перетворюються на пакети, отримуючи заголовок Зп, який містить адреси джерела й споживача інформації, номер блоку в повідомленні та вказівку на його приналежність до даних повідомлень. Перед відправленням у лінію пакет оформлюється у вигляді фрейму. Фрейм – це сегмент повідомлення із заголовками каналного рівня. Таке формування прийнято ще називати кадром. Заголовок кадру ЗФ, містить інформацію, яка використовується для ідентифікації адреси порту призначення кадру (фрейму).

					ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		31

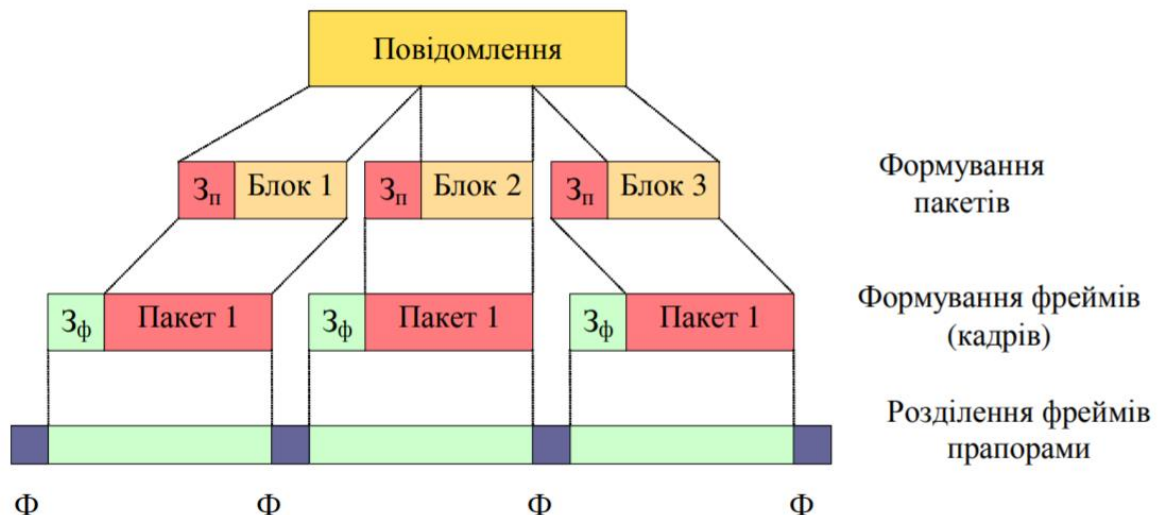


Рисунок 2.2 Передавання повідомлення пакетами

Для того, щоб на приймальному кінці лінії зв'язку відокремити один фрейм від іншого у процесі побітового передавання їх каналом, між фреймами вставляються розділові прапори. Прапор (Ф) – це поле, яке містить 8 біт, наприклад, 01111110. На приймальному вузлі прийнята послідовність бітів групується у фреймі, прапори видаляються, а з фрейму витягується пакет. Він розміщується в запам'ятовувальній пристрій (ЗП) вузла та обробляється: перевіряється на відсутність помилок та перекручень. У разі виявлення помилок і неможливості їх виправити, приймальний вузол повторює передавання фрейму. Вилучений з ЗП пакет відповідно до таблиці адрес, збереженої на вузлі комутації, прямує у вихідну лінію та оформлюється в новий фрейм. Таким естафетним способом сегмент інформаційного повідомлення передається мережею до вузла призначення (вхідного вузла).

На вхідному вузлі пакети накопичуються, з них витягуються сегменти, з яких далі збираються повідомлення. Таким чином, функція розбиття повідомлення на сегменти здійснюється на вихідному вузлі, а збирання – на вхідному. Незважаючи на те, що лініями зв'язку пакети передаються у вигляді фреймів (кадрів), у проміжних вузлах відбувається комутація саме пакетів. Тому такий метод комутації у вузлах мережі отримав назву «комутація пакетів» (Packet Switching, PS), а мережі, відповідно, – з комутацією пакетів.

Комутація пакетів (КП) має кілька переваг над комутацією каналів (КК):



- ефективність використання ліній при КП є набагато вищою, оскільки ресурси ліній та вузлів мережі можуть динамічно розподілятися між багатьма пакетами від різних застосовань;
- у мережі з комутацією пакетів може здійснюватися перетворення швидкості передавання даних. Це дає змогу обмінюватися повідомленнями абонентських пунктів, під'єднаних до мережі каналами різної пропускної здатності (смуги пропускання);
- користувачам гарантовано під'єднання навіть, якщо мережу перевантажено. При цьому лише можуть виникнути затримки з доставкою пакетів або зменшення швидкості передавання;
- у мережах з КП можна використовувати систему пріоритетів. Пакети з високим пріоритетом доставлятимуться з меншими затримками

#### Використання віртуального виклику.

Прикметною особливістю є те, що датаграмний спосіб доповнюється віртуальним викликом. Попередньою до фази передавання пакетів повідомлення є фаза посилки службового пакету в АП одержувача із зазначенням повного обсягу повідомлення для того, щоб зарезервувати достатній буферу пам'яті для його прийому. Після резервування пам'яті в АП у зворотний бік надсилається службовий пакет з підтвердженням про готовність до прийому повідомлення. Сеанс передавання пакетів розпочинається лише після отримання пакету про підтвердження прийому.

Обмін службовими пакетами перед сеансом передавання повідомлення називається посилкою віртуального виклику. Спосіб віртуального виклику зменшує ймовірність блокування роботи окремих вузлів комутації (ВК) і, отже, ймовірність виникнення безвихідних ситуацій у мережі, які гальмують проходження датаграм, а також додаткових витрат часу на посилку віртуального виклику. Використання віртуального каналу. Цей спосіб характеризується тим, що фазі передавання пакетів повідомлення від одного АП до іншого АП передує фаза налаштування логічного з'єднання між ними, яке називається віртуальним каналом. Фаза налаштування віртуального каналу містить обмін службовими пакетами, при якому, як і в попередньому способі, здійснюється резервування пам'яті для прийому повідомлення в АП одержувача, а також визначається фіксований маршрут прямування мережею пакетів переданого повідомлення.

						ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат			33

Кожен пакет забезпечується ідентифікатором віртуального каналу, який розміщується в поле заголовка. Проміжні ВК, через які проходить маршрут віртуального каналу, у даній ситуації не приймають самостійних рішень щодо маршрутизації пакетів, а спрямовують пакети згідно з ідентифікаторами віртуального каналу. Оскільки пакети рухаються за фіксованим маршрутом, то, у випадку зайнятості вихідного напрямку, вони затримуються в ВК і накопичуються у вихідних буферах. Якщо вихідний буфер переповнюється, виникає блокування ВК. Блокування можуть викликати неприпустимі затримки пакетів у мережі, а також безвихідну ситуацію, яка зупиняє роботу всієї мережі. Цей недолік усувається за допомогою організації віртуального з'єднання, в якому забезпечується резервування ресурсів пам'яті в усіх проміжних ВК маршрутом проходження пакетів переданого повідомлення. Використання віртуального з'єднання. Спосіб характеризується тим, що в фазі налаштування віртуального каналу здійснюється резервування буферів до ЗП ВК, які входять у маршрут передавання пакетів, достатніх для проходження пакетів без затримок. Цей спосіб є подібним за принципом налаштування зв'язку до методу комутації каналів (КК). Якщо налаштування зв'язку супроводжуватиметься резервуванням тайм-слотів у транзитних лініях, то відмінність від КК полягатиме лише в розмірі пакета та способі коректування помилок (при КК це робиться на вхідному ВК, а при КП – на всіх ВК, які складають маршрут віртуального каналу).

Як пристрій передачі даних можна використовувати і звичайний стільниковий телефон (більшість сучасних апаратів підтримують послугу GPRS). Однак більш прийнятними з точки зору вартості, ефективності і надійності роботи, а також стійкості до несприятливих впливів навколишнього середовища (високі температура, вологість і т. д.) є спеціальні модеми, виконані у вигляді зовнішніх терміналів і вбудованих модулів.

Вбудований модуль GSM / GPRS - це безкорпусний елемент (ОЕМ-модуль), для функціонування якого необхідні додаткові компоненти: засоби електроживлення цифрового і радіочастотного блоків, інтерфейси для зв'язку з зовнішніми пристроями, корпус, антена і т. д. І навпаки, зовнішній термінал GSM / GPRS являє собою повністю готове до роботи пристрій.

Основна перевага вбудованих модулів полягає в можливості їх інтеграції в проєктований пристрій - наприклад, в концентратор інформації на віддаленому об'єкті. Це дозволяє уникнути появи зайвих корпусів пристроїв на

					ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		34

об'єкті, однак на платі концентратора необхідно розмістити додаткові схемотехнічні компоненти, що забезпечують працездатність модуля. Модулі різних фірм-виробників схожі за своїми архітектурам і функціональним можливостям, але відрізняються один від одного за способом підключення - мають специфічні роз'єми. Модуль одного виробника не може бути замінений на модуль іншого без схемотехнічної адаптації хост-пристрої. Поряд з базовою функцією реалізації каналу передачі даних за технологіями GSM і GPRS модулі, як правило, надають розробникові апаратури ширші можливості, аж до виконання основних функцій концентратора мережі лічильників. По суті такі модулі є керуючими контролерами. Настільки широка функціональність досягається завдяки відкритості архітектури модулів і надання виробниками спеціалізованих програмних і апаратних засобів розробки, завантаження і налагодження власних програм. Цьому сприяє і наявність в модулях широкого набору інтерфейсів: практично всі вони мають один або кілька послідовних інтерфейсів UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter), SPI (Serial Peripheral Interface), I2C (Inter-IC bus) і USB (Universal Serial Bus).

Крім способу підключення і різноманітності інтерфейсів, модулі розрізняються діапазонами робочих температур. Деякі виробники гарантують роботу своїх виробів при температурах від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ , більшість же обмежуються діапазоном від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ . Стандартний діапазон живлячих напруг модулів - від 3 до 4,5 В.

Варто відзначити, що струми споживання модулів різних виробників можуть відрізнятися в два і більше разів, на що слід звернути увагу при проектуванні автономних або малопотребляючих систем.

Завдання реалізації каналу GPRS значно спрощується, якщо модуль має вбудований стек TCP / IP. Завдяки цьому розробнику АСКОЕ не потрібно досконально вивчати протоколи TCP / IP, щоб використовувати їх для обміну інформацією. Вбудований стек TCP / IP дозволяє за допомогою декількох команд організувати канал передачі даних за технологією GPRS. Зараз все більше число модулів мають інтегрований стек TCP/IP і підтримують технологію GPRS класу 8 і вище для більш надійної і швидкої передачі даних.

В даний час на ринку представлено безліч вбудованих модулів GSM / GPRS провідних світових виробників. Свою продукцію пропонують такі компанії, як Sony Ericsson, Siemens, WaveCom, Motorola, MultiTech, Enfora і ін.

						<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат			35

Для підключення до зовнішнього пристрою більшість моделей терміналів GSM / GPRS обладнані стандартним інтерфейсом RS-232, є моделі, забезпечені USB-інтерфейсом. В якості зовнішнього пристрою можуть використовуватися як персональні комп'ютери, так і апаратні засоби, виконані на базі мікроконтролерів.

Окремі виробники обмежуються лише інтерфейсом RS-232 або USB, котрі дають ніяких додаткових портів для управління терміналом, яким зовнішнім пристроєм за допомогою терміналу. Більшість же виробників реалізують різноманітні лінії включення і виключення терміналу, канали введення-виведення і АЦП, засоби управління зовнішніми силовими елементами (транзисторами, реле і т. П.), додаткові інтерфейси (SPI, I2C). У терміналах передбачені роз'єми для підключення телефонної трубки (аудіо) і зовнішньої антени.

Відзначимо таку необхідну функцію деяких терміналів, як апаратне скидання (hardware reset). Нерідкі ситуації, коли внутрішній мікропроцесор терміналу "зависає" і перестає реагувати на команди, що надходять до нього по інтерфейсу RS-232. При цьому ніяким іншим способом, окрім як апаратним скиданням, вивести його з цього стану неможливо. У терміналах є додаткові висновки, зміна логічного стану яких викликає апаратне скидання. Як показує практика, ця функція вкрай зручна при використанні терміналів на віддалених об'єктах, які працюють в автономному режимі.

Для ініціалізації його і передачі даних по голосовому каналу GSM необхідно ввести лише дві команди, а для організації передачі даних за технологією GPRS - 5-6 команд, причому реалізовувати стек TCP / IP на стороні зовнішнього пристрою не потрібно.

## **2.2 Порівняння GPRS з іншими каналами передачі даних. Основні переваги**

### Передача даних за технологією GPRS.

Почнемо опис з каналу зв'язку GPRS, так як він є найпоширенішим (поряд з каналом CSD) і найбільш оптимальним способом для передачі даних в системах обліку енергоресурсів.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		36

GPRS - це технологія пакетної передачі даних в мережах GSM, яка забезпечує з'єднання віддалених пристроїв через інтернет (TCP / IP).

Технологія працює за наступним принципом: весь радіоканал розділений на таймслоти (тимчасові інтервали). У той час як режим CSD завжди використовує один слот, передача по GPRS відбувається одночасно через кілька вільних слотів, не зайнятих голосовими викликами. Таким чином, ресурси радіомережі використовуються більш ефективно, а пропускна здатність каналу збільшується до 21.4 Кбіт / сек в одному слоті.

Максимальна швидкість передачі в мережах GPRS складає 85.6 Кбіт / сек (іноді 115.2 Кбіт / сек), тоді як CSD працює на швидкості до 9.6 Кбіт / сек. Дані поділяються на пакети, відправляються в послідовний порт, а потім знову збираються на приймаючій стороні.

Адресація в GPRS відбувається не по номеру телефону, а за IP-адресою, тому передача пакетів даних здійснюється по протоколу TCP, який працює за моделлю «клієнт - сервер». Клієнт встановлює виходить TCP-з'єднання з сервером по IP-адресою і певного TCP-порту, а сервер приймає вхідні TCP-підключення від клієнтів на даний TCP-порт.

Основні переваги технології GPRS:

- Висока швидкість опитування (в порівнянні з режимом CSD);
- Постійне з'єднання з віддаленими обладнанням. Підключившись до GPRS-модему один раз, ви зможете перебувати з ним на зв'язку постійно;
- Легкість організації каналу зв'язку. Підключення відбувається по мережі інтернет, без попередньої установки голосового з'єднання (дзвінка). Вам також не доведеться встановлювати модем на стороні сервера опитування - досить, щоб диспетчерський ПК мав вихід в мережу;
- Вигідна тарифікація - тільки за трафік, а не за час з'єднання.

#### Передача даних за технологією CSD

Технологія CSD має на увазі установку голосового з'єднання за номером телефону і нагадує звичайний телефонний дзвінок: модем на стороні сервера опитування "дзвонить" модему на стороні лічильника. Після відповіді між модемами встановлюється прозоре з'єднання для передачі даних.

Недоліки в використанні технології CSD:

- високий час відгуку;

										Арк
										37
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат						

- низька швидкість передачі даних (до 9,6 Кбіт / сек);
- технологія вимагає попередньої установки з'єднання;
- дорога тарифікація - за час з'єднання, тому використовувати дану

технологію в системах диспетчеризації не вигідно: при малій швидкості передачі невеликих обсягів даних час виклику буде довше, а отже, ви будете переплачувати за час дзвінка.

### Передача даних за технологією 3G або 4G (LTE)

Технології 3G і 4G (LTE) працюють за тим же принципом, що і GPRS: передача даних відбувається через інтернет з адресацією по IP-адресою. Однак для опитування лічильників використання 3G і 4G каналів в більшості випадків буде надлишковим, тому що високих швидкостей при цьому не потрібно і обсяг переданих даних невеликий, обчислюється кілобайтами.

Використання 3G/4G доцільно, якщо обсяги даних великі і при цьому необхідна висока швидкість передачі, а також в системах, критичних до часу відгуку на запит - коли важливо, щоб час передачі пакета був мінімальним.

	CSD	GPRS	3G	4G (LTE)
<b>Технологія соединення</b>	Передача данных в голосовом канале	Сеть интернет (пакетная передача данных)		
<b>Скорость передачи</b>	до 9,6 Кбит/с (DL/UL)	85,6 Кбит/с (DL), 42,8 Кбит/с (UL)	7,2 Мбит/с (DL), 5,76 Мбит/с (UL)	150 Мбит/с (DL), 50 Мбит/с (UL)
<b>Требования</b>	Модем на стороне сервера сбора данных	Доступ в интернет		
<b>Оплата</b>	За время сессии	За объём переданных данных		
<b>Время отклика (ping)</b>	от 500 до 5000 мс (в некоторых случаях выше)		от 50 до 500 мс	

Рисунок 2.3 Порівняння різних каналів

**Общие результаты тестирования в различных режимах работы приняли следующий вид:**

	Технология CSD	Технология SMS	Технология GPRS Real COM	Технология GPRS Client-Server
Задержка канала (средняя)	0,6 сек	7,6 сек	0,5 сек	1,3 сек
Задержка канала (минимальная и максимальная)	0,5 сек (мин.) 0,9 сек (макс.)	5,9 сек (мин.) 9,4 сек (макс.)	0,3 сек (мин.) 1,5 сек (макс.)	0,1 сек (мин.) 3,9 сек (макс.)
Пропускная способность канала (средняя)	1021 байт/сек	—	644 байт/сек	613 байт/сек
Пропускная способность канала (минимальная и максимальная)	940 байт/сек 1120 байт/сек	—	190 байт/сек 1787 байт/сек	42 байт/сек 1190 байт/сек
Средняя стоимость	От 1 до 3 руб. за 1 мин.	От 0,2 до 2 руб. за 1 SMS-сообщение	От 3 до 5 руб. днем за 1 Мб От 1 до 2 руб. ночью за 1 Мб (на специальных тарифных планах со сниженной стоимостью трафика GPRS)	
	Безлимитные тарифы от 1600 до 3000 руб. в месяц (большинство безлимитных тарифов подразумевают неограниченное количество звонков и SMS-сообщения)			

Рисунок 2.4 Порівняння різних каналів по додатковим характеристикам  
 Протокол GPRS можна порівняти за швидкістю з Dial-Up провідних підключень з використання так званих голосових модемів. Те, що використовувалося в перших моделях стільникових телефонів, так це той же Dial-Up або CSD бездротових мереж.

Основним недоліком GPRS і EDGE, як і Dial-Up є те, що вони використовують голосові канали, останній з них взагалі тільки монопольно і може застосовувати для передачі даних дротове з'єднання або CSD в стільникової телефонії. Голосовий канал в такому випадку використовується для передачі модемного модулірованого звукового сигналу.

Протоколи передачі даних GPRS і EDGE хоча і використовують цифровий вид передачі сигналу, це обумовлено тим, що GSM базується на оцифрування голосового сигналу, на відміну від їх аналогових попередників DAMPS і NMT.

Однак GPRS і EDGE знаходяться в повній залежності від зайнятості тайм-слотів голосових каналів, виражається недолік цього виду передачі в тому, що голосовий трафік в GSM-мережах має більший пріоритет. Тому при завантаженості голосових каналів, зв'язок погіршується аж до розриву. І це головний недолік GPRS і EDGE технологій.

Самі GPRS і EDGE відрізняються можливістю використання числа каналів, в результаті чого з GPRS вийшов EDGE, як розвиток з GPRS в Super

GPRS, просто такий маркетинговий хід в назвах був прийнятий для рекламування модифікації в якості якогось абсолютно нового протоколу, а насправді поліпшеного «забутого - старого».

Впровадження 3G відстає від навали стільникової телефонії, тому що не вся країна ще охоплена мережами стільникової мобільної телефонії. Тому там, де тільки з'являються вежі стільникового телефонії, зазвичай тільки GPRS / EDGE і відповідно архаїчний CSD, стають доступними.

Канал GPRS більше підходить для використання в більших системах, які потребують дистанційному управлінні, причому кабельні канали недоступні і рішення повинне бути економічним. Крім того, використання таких засобів зв'язку рекомендується реалізовувати разом з більш надійними дротовими або бездротовими каналами. Додаткове локальне управління за допомогою кнопок або локальних блоків управління може служити в якості надлишкового резервування для каналів зв'язку GSM / GPRS.

Коли користувач GPRS робить дзвінок, пристрій GPRS контактує зі станцією GSM, яка в свою чергу звертається до станції SGSN, яка взаємодіє з іншими станціями SGSN або станціями GGSN, якщо їй потрібно отримати доступ до мережі іншого роду (IP або X.25). Для користувача GPRS з'єднання виходить «безшовним», немає процедури «встановлення дзвінка». Технологія GPRS, накладається поверх мережі GSM, спочатку була призначена для того, щоб динамічно і індивідуально розподіляти радіо-ресурси GSM «попакетно», у міру необхідності. Якщо до соте GSM одночасно підключається відразу багато користувачів GPRS, і сота GSM не здатна підтримувати такий обсяг голосового трафіку, станція GPRS скористається радіо-ресурсами сусідніх сот GSM. Таким чином, в реальності користувачі GPRS обслуговуються багатьма сотами GSM одночасно, коли в цьому виникає необхідність. Отже, SGSN отримує запит на з'єднання, запитує інформацію про профіль користувача з вузла HLR і виробляє аутентифікацію користувача. У цій точці може здійснюватися шифрування. SGSN використовує інформацію про профіль (включаючи ім'я точки доступу, яка ідентифікує мережу і оператора) для визначення, до якого вузлу GGSN виробляти маршрутизацію. Вибрані ворота можуть надавати сервіс віддаленої аутентифікації користувача (Remote Authentication Dial-In User Service,

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		40



RADIUS) і призначати динамічний адреса інтернет-протоколу (IP) користувачеві перед налаштуванням сполук в зовнішні мережі. Цей процес називається "контекстна активація пакетного профілю даних" і установки можуть варіюватися від оператора до оператора. Він може включати додаткові функції, такі як менеджмент QoS (Quality of Service - якість сервісу) і менеджмент віртуальних приватних мереж (virtual private network, VPN). Коли мобільний пристрій знаходиться поза зоною покриття GPRS, його контекст деактивується і пристрій від'єднується від мережі.

GPRS в даний час підтримує середні швидкості передачі даних близько 115 кбіт / с, але такі швидкості досягаються тільки при залученні всіх восьми тайм-слотів (проміжків часу) для GPRS. Замість цього носії та кінцеві пристрої будуть конфігуруватися типовим чином, щоб працювати з певною кількістю тайм-слотів для даних, переданих в обох напрямках. Наприклад, пристрій GPRS може бути налаштований для роботи максимум з чотирма слотами в прямому напрямку і двома слотами у зворотному напрямку. У хороших радіоумовах це дає швидкості приблизно в 50 кбіт/с в прямому напрямку і 20 кбіт/с у зворотному напрямку. Це більш ніж в три рази швидше, ніж в нинішніх мережах GSM (14.4 кбіт/с) і того ж порядку, що і при хорошому модемному аналоговому з'єднанні в кабельній лінії. Сукупна ширина смуги вузла стільникового зв'язку ділиться між голосовим трафіком і трафіком даних. Оператори GPRS по-різному використовують цю ширину смуги. Зазвичай вони конфігурують мережі, даючи пріоритет голосового трафіку; деякі з них призначають тайм-слоти для трафіку даних, щоб гарантувати мінімальний рівень цього сервісу в високозавантажені голосовим трафіком проміжки часу. Невикористана ємність, зарезервована під голосовий трафік, може бути динамічно перевизначена під передачу даних. Маючи більш високі швидкості передачі даних, GPRS дає можливість реалізації програм, що вимагають більш високої ширини смуги і в даний час неможливо здійснити у на мережах GSM.

#### Постійне з'єднання.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		41

Постійне з'єднання - "завжди онлайн" - усуває затримки за часом, характерні для dial-up з'єднання, пов'язані з встановленням нового з'єднання з мережею щоразу, коли потрібно відсилати і отримувати дані. Інформація може передаватися кінцевому користувачеві в режимі реального часу. GPRS дозволяє провайдерам здійснювати білінговий облік по пакетно, а не щохвилини, даючи таким чином можливість надавати користувачам більш ефективні за вартістю сервіси.

#### Стійкість з'єднання.

GPRS поліпшила цілісність передачі даних шляхом застосування ряду механізмів. По-перше, призначені для користувача дані кодується з деякою надмірністю, що покращує їх стійкість до несприятливих радіоумов. Рівень надмірності при кодуванні можна варіювати, в залежності від тих же радіоумов. GPRS визначає чотири кодуєчих схеми - з CS1 по CS4. Спочатку підтримуються тільки CS1 і CS2, які забезпечують приблизно 9 і 13 кбіт/с на кожен тайм-слот. Якщо в отриманому фреймі виявлена помилка в BSS, цей фрейм до передачі його на центральну мережу GPRS періодично повторюється, поки не буде отримано в прийнятній якості.

#### Широка підтримка додатків.

Подібно мережі інтернет, GPRS заснований на пакетної комутації даних. Це означає, що всі власні IP додатки можуть бути реалізовані в рамках GPRS - такі як e-mail, Web-доступ, миттєва передача повідомлень і передача файлів. Крім того, його вищі швидкості передачі даних дають можливість GPRS здійснювати роботу додатків, що вимагають більшої ширини смуги (таких як мультимедійний веб-контент), які не йдуть в умовах більш повільних GSM dial-up з'єднань. GPRS більш-менш добре підходить для додатків, заснованих на Wireless Application Protocol (WAP). WAP досяг широкого поширення в новому поколінні мобільних телефонів, що підтримують мікробраузери.

#### Безпека.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		42

GPRS будується на перевірній на практиці моделі аутентифікації і авторизації, використовуваної в GSM. При ініціації сесії користувача аутентифікують, використовуючи секретну інформацію, що міститься на смарт-карті, званої «модуль ідентифікації абонента» (Subscriber Identity Module, SIM). Аутентифікаційні дані посилаються на вузол мережі HLR і там підтверджуються. GPRS дає можливість додаткової аутентифікації шляхом використання таких протоколів як RADIUS - перед тим, як абонентам буде дозволений доступ в інтернет або корпоративну мережу даних. GPRS підтримує шифрування даних користувача при передачі через бездротовий інтерфейс з мобільного терміналу на SGSN. Крім того, може мати місце високорівневе наскрізне шифрування VPN (Virtual Private Network), коли користувач під'єднується до приватної корпоративної мережі. Отже, якщо розділити ці переваги на ті, що стосуються користувачів і постачальників послуг, то отримуємо наступну картину:

Для постачальників послуг:

- Новий ринок і зростання прибутку при переході до пропозиції нових мультимедійних і контент-сервісів для клієнтів.
- Багато клієнтів з більшою ймовірністю захочуть придбати мобільний телефон з функцією GPRS, ніж купувати новий персональний комп'ютер, оскільки моделей телефонів на ринку існує набагато більше, ніж ПК.
- GPRS дозволяє знизити собівартість послуг за рахунок ефективного використання ресурсів.
- Нові можливості використання ширини смуги дозволяють розробляти більш просунуті програми, без вимушеного зменшення якості контенту.

Для клієнтів:

- Сервіси QoS стають доступними в якості продаваного продукту. Тепер, коли технологія GPRS представила перший додаток з комутацією пакетів для абонентів мобільного зв'язку, постачальники послуг можуть використовувати звичайні технології для впровадження сервісних додатків в умовах традиційних IP мереж.
- Швидкість набагато вище, в порівнянні з існуючими зараз швидкостями GMS, і буде продовжувати рости, що є очевидною перевагою для

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		43

користувачів. Швидкості збільшаться в п'ять разів, а в деяких випадках, і більше.

- Низька вартість (залежить від обсягу переданих даних);
- Постійне з'єднання;
- Програми, які можуть працювати в багатозадачному режимі (одночасно і текст, і голос, і відео).

#### Обмеження GPRS.

Уже зовсім зрозуміло, що GPRS є важливим новим сервісом для мобільних пристроїв, що не просто дає можливість передачі даних, а суттєво поліпшує спектральну ефективність, ємність і функціональність, в порівнянні з використовуваними досі неголосовими мобільними сервісами. Однак важливо відзначити, що GPRS має і деякі обмеження, які описані нижче:

#### Обмежена ємність соти.

GPRS робить істотний вплив на існуючу ємність соти мережі. Обсяг наявних радіоресурсів, які можуть бути використані для різних цілей, обмежений, причому використання ресурсів для однієї мети перешкоджає одночасному їх використанню для інших. Наприклад, і голосові виклики, і GPRS-сесії використовують одні і ті ж мережеві ресурси. Відчутність впливу залежить від кількості тайм-слотів, зарезервованих для ексклюзивного використання GPRS, якщо це має місце бути. Однак в дійсності GPRS динамічно управляє призначенням каналів і дозволяє зменшувати навантаження каналу сигналу в піковий час шляхом пересилання коротких повідомлень по GPRS каналах.

#### Реальні швидкості набагато нижче.

Досягнення теоретично максимальної швидкості передачі даних через GPRS - 172.2 кбіт/с вимагало б, щоб окремих користувач використував всі вісім тайм-слотів без будь-якого захисту від помилок. Ясно, що на практиці досить малоймовірно, щоб оператор мережі дозволив використовувати всі тайм-слоти одному користувачеві GPRS. Крім того, «перше покоління» GPRS-терміналів жорстко лімітований на підтримку всього одного, двох або трьох тайм-слотів. Тому ширина смуги, доступна користувачу GPRS, так само жорстко лімітована. З цієї причини теоретичні максимальні швидкості GPRS не можуть бути досягнуті в реальних мережах і на реальних терміналах. Реальність

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		44

така, що мобільні мережі, ймовірно, завжди будуть мати більш низькі швидкості передачі даних, в порівнянні з фіксованими мережами.

#### Затримки передачі.

Пакети GPRS надсилаються в усіх напрямках, щоб в результаті досягти одного і того ж пункту призначення. Це створює небезпеку того, що один або кілька таких пакетів загубляться або будуть пошкоджені під час передачі даних по радіозв'язку. Стандарти GPRS враховують це невід'ємна властивість бездротових пакетних технологій, закладаючи в свої стратегії завдання збереження цілісності даних і ретрансмісії. Однак в результаті цієї підстраховки можуть відбуватися затримки передачі. Внаслідок цього додатка, що вимагають високої якості передачі відеозображень, можуть виконуватися на належному рівні при використанні HSCSD (High Speed Circuit Switched Data, високошвидкісна комутація каналів даних). HSCSD - це просто комутація каналів даних, при якій окремий користувач може використовувати до чотирьох різних каналів одночасно. Через принцип «наскрізної» зв'язку між відправником і отримувачем, затримки передачі менш імовірні.

#### Мережі 3G: наступний крок

Прямим наслідком еволюції послуг GSM/GPRS є створення UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Це наступний етап від GPRS в напрямку реальної мобільної мережі третього покоління (3G). Це широкосмугова технологія, заснована на пакетній передачі при швидкостях передачі даних до 2 Мбіт/с в приміщеннях і 384 кбіт/с на відкритих просторах. UMTS запропонує сумісний (послідовний) набір сервісів клієнтам мобільних мереж, незалежно від того, де вони знаходяться. UMTS, заснований на комунікаційному стандарті GSM, підтриманий усіма провідними виробниками. Користувачі послуг мобільного зв'язку будуть мати доступ як до бездротової, так і до супутникової передачі сигналу. Спектр EMR для UMTS був попередньо розподілений на смуги по 1885 - 2025 МГц для майбутніх систем IMT-2000, і 1980 - 2010 МГц і 2170 - 2200 МГц для супутникового підрозділу систем UMTS. Найбільш зручний поки кандидат для переходу до 3G - це WCDMA (Wide Band Code Division Multi Access). WCDMA є основою технології бездротової передачі, яка використовує унікальний користувальницький код для кодування каналів. Канали не використовують окремі смуги каналів, але поділяють смугу в 5 МГц, що дає їм неймовірну ширину смуги. Технологія GPRS являє собою

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		45

перший значний крок у напрямку до нової ери зв'язку - в будь-який час, в будь-якому місці. Наступним кроком після GPRS для мобільної індустрії стане фокусування безпосередньо на побудові мереж 3G на основі мереж 2.5G, що дозволить в кінцевому рахунку забезпечити більш високу ємність і швидкості даних, а також підтримувати нові мультимедійні сервіси. Ключові технології 3G включають:

Підвищені швидкості передачі даних для систем GPRS Evolution (EDGE) - підвищення швидкостей передачі даних для мережі GPRS приблизно до 384 кбіт/с на канал.

Широкопasmовий CDMA (WCDMA) - використовує радіоканал CDMA 5 МГц для підтримки теоретичних швидкостей передачі даних до 2 Мбіт/с. WCDMA, як очікується, стане домінуючим стандартом при переході до мереж 3G і буде розгортатися по всьому світу в поєднанні з мережами GSM / GPRS.

Cdma2000 - Підтримує вищі швидкості передачі даних 3G, представлена версія під назвою 1xEV, яка дає можливість досягнення швидкостей в 2.4 Мбіт/с. Широкомасштабне впровадження цих мереж, як очікується, буде відбуватися протягом декількох майбутніх років. Отже, технологія GPRS принесла мобільній індустрії багато користі, зробивши доступ в інтернет з мобільних пристроїв більш зручним, завдяки високій швидкості передачі даних і тому, що пристрої GPRS забезпечують функції, подібні до тих, що забезпечують персональні комп'ютери. Це полегшує постачальникам послуг впровадження цих сервісів і розширює послуги доступу в інтернет з мобільних пристроїв, обладнаних GPRS модулем, і полегшує інтеграцію з більш старими мобільними стільниковими технологіями. GPRS - явно не 3G протокол, але ця технологія сама по собі є важливою віхою і черговим еволюційним етапом у напрямку до 3G. У самому найближчому майбутньому мобільні пристрої стануть набагато більш корисними для людей і будуть суттєво покращувати кожен день нашого життя.

Таким чином, найбільш оптимальним для передачі даних в системах обліку ресурсів є канал зв'язку GPRS, який забезпечує з'єднання з лічильниками через інтернет, поєднує в собі необхідну і достатню швидкість опитування, можливість постійного з'єднання з сервером, низьку вартість опитування, а також недорогу вартість самого модему, в порівнянні з 3G і 4G-аналогами.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		46

## 2.3 Передача даних та показники ефективності

### Показники ефективності інфокомунікаційних мереж

Ступінь використання каналів та іншого устаткування залежить як від побудови мережі та її справної роботи, так і від завантаження каналів передаваними повідомленнями. Існує кілька підходів до оцінки корисного використання каналу, під яким розуміють час, протягом якого:

- 1) канал надано користувачеві (зайнятий абонентом чи зданий в оренду) незалежно від того, завантажений він чи ні,—  $t_1$ ;
- 2) канал надано користувачеві, як і в першому випадку, але оплачується користувачем,—  $t_2$ ;
- 3) канал «активний», тобто по ньому передаються повідомлення,—  $t_3$ ;
- 4) передається корисна для користувача інформація, за винятком адресної і службової інформації, надлишкової інформації для підвищення правильності,—  $t_4$ .

При цьому  $t_4 < t_3 < t_2 \leq t_1 < t_c$ , де  $t_c$  — час, протягом якого канал перебуває у справному стані.

Під коефіцієнтом використання каналу розуміють відношення  $\eta = t_1/t_c$  чи  $\eta = t_1/T$ , де  $T$  — повний час експлуатації каналу. Іноді ступінь використання

каналу визначають відношенням максимальної швидкості  $R$ , з якою передається інформація, до пропускної здатності каналу  $C$ :

$$\eta = R/C.$$

Час доставляння повідомлення від джерела інформації до споживача та його складова — час проходження повідомлення в мережі від моменту надходження повідомлення в кінцевий пункт введення інформації в мережу до моменту виведення його з мережі. Цей показник особливо важливий, оскільки дедалі частіше використовується метод комутації пакетів.

Здатність мережі доставляти повідомлення характеризується показником  $D$ , який називають потужністю мережі за пропускною здатністю:

$$\sum_{i,j} C_{ij}L_{ij}$$

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		47

де  $C_{ij}$  — номінальна пропускна здатність ребра (лінії, пучка каналів), біт/с, із заданою якістю;  $L_{ij}$  — довжина ребра, км. Якщо пропускна здатність ребра визначається його ємністю  $v_{ij}$ , то потужність мережі в канало-кілометрах дорівнює загальній довжині каналів

$$A = \sum_{i,j} v_{ij} L_{ij}$$

Реальна потужність мережі:

$$D_p = \sum_{i,j} \eta_{ij} C_{ij} L_{ij}$$

де  $\eta_{ij}$  — коефіцієнт використання каналів ребра.

Продуктивність мережі:

$$\Pi = \sum_{i,j} \frac{V_{ij} L_{ij}}{T}$$

де  $V_{ij}$  — обсяг переданих за час  $T$  повідомлень (біт чи години-зайнят) між пунктами.

Відношення  $\Pi/D$  показує, наскільки добре використовується потужність мережі — її канали.

Якість передавання (наявність спотворень, розбірливість, чіткість), що визначається втратами викликів і різними затримками у з'єднанні та доставлянні, можна охарактеризувати коефіцієнтом корисного використання часу користувачів (абонентів).

Однією з важливих характеристик мережі є доступність засобів зв'язку користувачеві.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		48



### 3 ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ, РОЗРОБКА ТА ОПИС СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ

GPRS модем є GSM модем з додатковою підтримкою GPRS технології для передачі даних. GPRS означає: «пакетна радіозв'язок загального користування» - заснована на пакетній технології. Перевага GPRS над GSM є те, що має набагато більше швидкість передачі даних. GPRS модем містить тримач SIM карти і інтерфейс або USB в залежності від модифікації, і розроблений на базі GSM модулів. Управління здійснюється модемними AT-командами.

GPRS можна використовувати в якості передачі SMS. Якщо використовувати SMS через GPRS то можна отримати швидкість передачі близько 30 повідомлень SMS в хвилину, що набагато швидше, ніж по GSM, але деякі бездротові носії не підтримують відправку і прийом SMS через GPRS, так як GPRS модем, як правило, призначений для MMS.

GPRS модеми використовують замість звичайних телефонних модемів в банкоматах, торгових автоматах, охоронних системах, системах дистанційного керування і комп'ютерах, а також для інтеграції в програмно-апаратними комплексами і використовується в місцях, де доступний мобільний зв'язок і можна підключити ноутбук або персональний комп'ютер до Інтернету і відправляти електронні повідомлення, пересилати, отримувати дані і мультимедійні файли. Існують GPRS модеми здатні працювати як телефонні шлюзи для передачі голосових, відео і текстових даних в тих місцях де не може бути використана традиційна фіксована лінія, або, де дешевше використовувати стільниковий засіб повідомлення.

GPRS модулі подібні до GPRS модемів, але існує одна відмінність: GPRS модем це зовнішній пристрій, в той час як GPRS модуль може бути інтегрований в обладнання.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		49

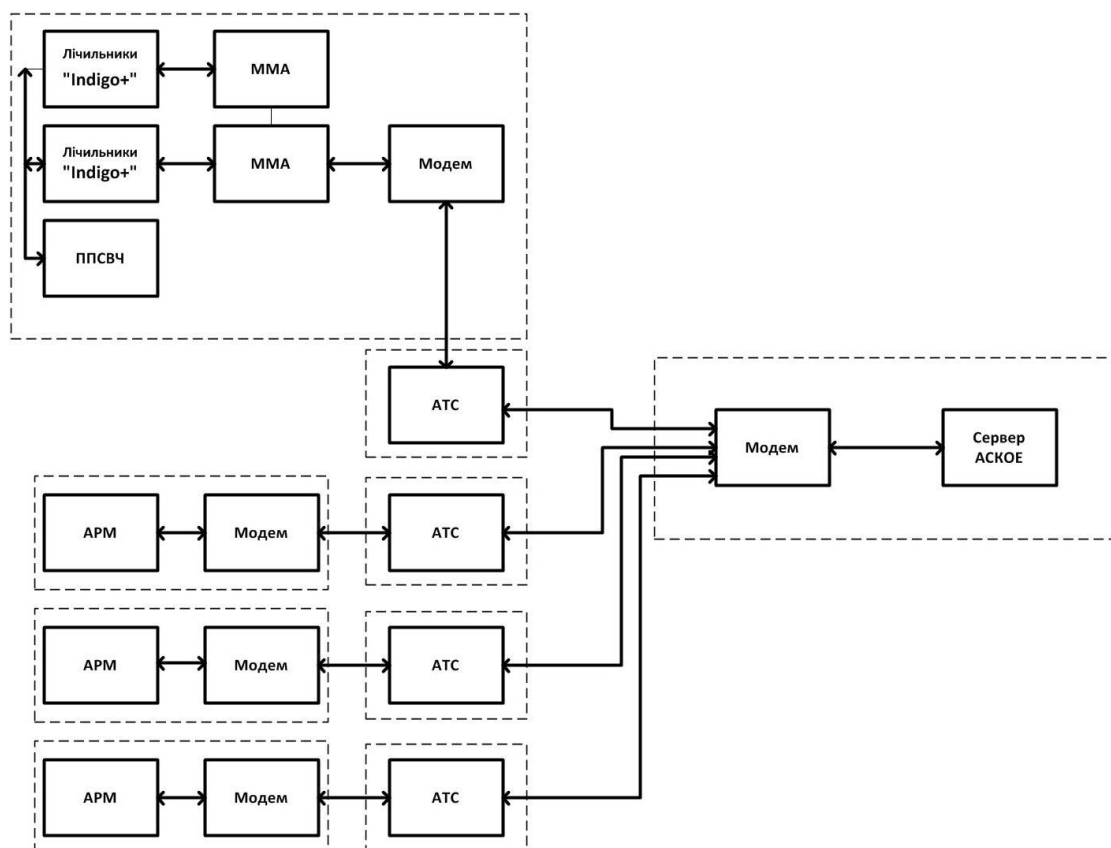


Рисунок 3.1 – структурна схема проектованої АСКОЕ

На даній схемі:

- Лічильники Indigo+ - електронний лічильник електроенергії "Indigo+".
- ППСВЧ – пристрій синхронізації з сигналами вірного часу.
- MMA – мультипортовий модемний адаптер.
- АТС – автоматична телефонна станція.
- АРМ – автоматизоване робоче місце.

### 3.1 Характеристика структурної схеми системи

Відповідно до рекомендацій «Концепції побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах Енергоринок» АСКОЕ будується за ієрархічним принципом й містить два рівні.

Верхній рівень – рівень об'єкта обліку, що поєднує за допомогою серверу збору даних (пристрою обліку) системи сукупність точок обліку по лініях живлення з передачею даних комерційного обліку електроенергії.

Нижній рівень – рівень, що містить вимірювальні комплекси, які складаються з вимірювальних трансформаторів струму, вимірювальних трансформаторів напруги, лічильників та вторинних вимірювальних кіл.

Згідно «Концепції побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах Енергоринку» АСКОЕ являє собою сукупність вимірювальних комплексів, які поєднуються відповідним устаткуванням збору, передачі й обробки даних, що надходять із нижнього рівня на верхній рівень системи для визначення точного обсягу споживання електроенергії.

Комплекс технічних засобів верхнього рівня АСКОЕ призначений для організації контролю за споживанням електроенергії, містить сервер, а також пристрої СПД, призначені для прийому-передачі даних.

Комплекс технічних засобів верхнього рівня АСКОЕ забезпечує автоматизований збір, обробку й накопичення даних про параметри потоків електроенергії й потужності.

Комплекс технічних засобів нижнього рівня АСКОЕ забезпечує вимір та облік електроенергії по кожній точці обліку й складається з вимірювальних комплексів по кожному приєднанню на основі використання електронних лічильників електроенергії.

Пристрої обліку електроспоживання організовані на базі ПК, можливості яких відповідають вимогам «Концепції побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах Енергоринку». Пристрої обліку використовуються в якості АРМ збору даних з електронних лічильників. У пристроях обліку дані зберігаються в неопрацьованому вигляді так само, як і в базі даних електронних лічильників.

АСКОЕ формується на базі:

- встановлення трифазних електронних багатотарифних лічильників комерційного обліку електроенергії Indigo+ фірми «Actaris Metering Systems» (що перебувають у реєстрі ЗВТ України) по рівню напруги 10 кВ на;
- встановлення трифазного електронного багатотарифного лічильника комерційного обліку електроенергії Енергія-9 типу СТК3-05Q2Т3М

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		51

виробництва ПКФ «Телекарт» (що перебуває у реєстрі ЗВТ України) по рівню напруги 10 кВ;

- сервера;

- АРМів;

- устаткування для забезпечення передачі даних комерційного обліку на сервер;

- устаткування для забезпечення передачі даних комерційного обліку на АРМи.

Збір інформації з електронних лічильників, здійснюється за допомогою інтерфейсу RS-485; передача даних здійснюється від лічильника, який має вбудований GSM-модем. Збір інформації з електронних лічильників Indigo+, здійснюється по інтерфейсам RS-232 лічильників, підключених до відповідних портів GSM-модемів, встановлених на цих підстанціях.

Через обладнання зв'язку (GSM-модеми), що встановлене на всіх об'єктах автоматизації, дані передаються на сервер, та на АРМи. Дані зчитуються як з сервера системи, так і з АРМів за допомогою локальної обчислювальної мережі.

Передача даних комерційного обліку електроенергії, організована з використанням стільникового зв'язку безпосередньо від лічильників та тих же даних з сервера системи електронною поштою у вигляді макетів 30817, 30818, 30917 з центрального диспетчерського АРМ Качанівського ГПЗ.

Антену GSM-модему необхідно встановити в точці з максимальним рівнем потужності сигналу та не далі, ніж в 3-х метрах від місця встановлення GSM-модему.

Синхронізація внутрішніх годинників електронних лічильників комерційного обліку електроенергії за часом з еталонним значенням часу здійснюється програмним способом із сервера АСКОЕ по послідовним портам лічильників.

Час дії тарифних зон параметрується в електронних лічильниках. Перемикання тарифних зон відбувається автоматично під управлінням внутрішнього таймера лічильників.

Вторинні кола обліку електронних лічильників виводяться на самостійні збірки затискачів. Затискачі забезпечують закорочування вторинних кіл трансформаторів струму, відключення струмових кіл лічильника й ланцюгів

					ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		52

напруги в кожній фазі лічильника при його заміні або перевірці, а також підключення еталонного лічильника без від'єднання проводів і кабелів. Конструкція збірки і коробки затискачів забезпечує можливість їхнього пломбування.

Устаткування, що використовується при розробці АСКОЕ (лічильники Indigo+, Енергія-9, ZMD-410CR, GSM-модеми), по стійкості до впливу температури й вологості навколишнього повітря відповідає групі виконання В4 (+5 ... +500С) за ДСТ 12 997-84 (відповідно до паспортних даних устаткування).

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		<b>53</b>

#### 4 РОЗРОБКА ТА ОПИС АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

В ході розроблення алгоритму роботи GSM/GPRS системи, та власне проектного пристрою були проаналізовані основні задачі, які даний модем повинен реалізовувати, виходячи із основних функцій, які повинен забезпечувати пристрій, та послідовності вирішення даних задач.

Схема алгоритму роботи GSM/GPRS системи наведена на рисунку 4.1.

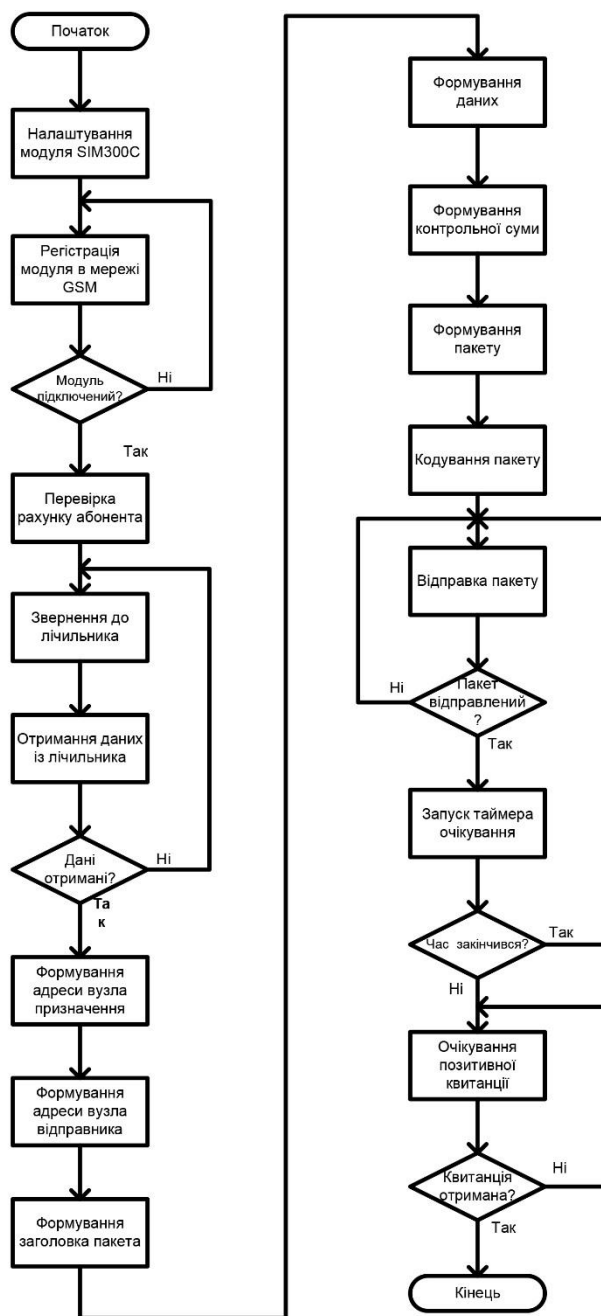


Рисунок 4.1 - схема алгоритму функціонування проектованої GSM/GPRS системи

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат

GSM/GPRS модем повинен забезпечувати вирішення наступних задач:

1. Після підключення даного GSM/GPRS модему до USB порту модуль SIM300C повинен розпочинати налаштування.
2. Після налаштування відбувається реєстрація модему в мережі.
3. Якщо, реєстрація модему в мережі не відбулась, то він повторно виконує налаштування, але якщо реєстрація виконалась успішно, то модем переходить до виконання наступного пункту.
4. Модем перевіряє баланс, на рахунку SIM карти абонента.
5. Модем виконує команду звернення до лічильника.
6. Модем отримує дані від лічильника.
7. У випадку отримання даних – йде виконання наступного кроку. Якщо дані не отримано – то модем знову виконує команду звернення до лічильника.
8. Виконується формування адреси для вузла призначення.
9. Виконується формування адреси для вузла відправника.
10. Виконується формування заголовку пакета.
11. Виконується формування даних для пакета.
12. Виконується формування та розрахунок контрольної суми.
13. Виконується формування остаточного пакету із раніше сформованих: заголовку, даних та контрольної суми.
14. Кодування щойно сформованого пакету.
15. Відправлення закодовуваного пакету.
16. У випадку якщо пакет відправлений - переходимо до виконання наступного пункту, у випадку якщо ні – модем повторно відправляє пакет.
17. Запуск таймеру очікування.
18. У випадку якщо час очікування закінчився, модем повинен повторно відправити сформований пакет, якщо ні – виконується перехід до наступного пункту.
19. Очікування квитанції.
20. Якщо квитанція не була отримана, модем продовжує очікувати надходження квитанції, якщо отримана - то виконується завершення роботи.

На основі даної схеми алгоритму роботи модему – було розроблено електричну структурну схему яка зображена на рисунку 4.2.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		55

На основі схеми алгоритму роботи була розроблена структурна схема, що включає в себе всі можливі переходи між блоками, опираючись на функціональність, яку забезпечує пристрій, та послідовність вирішення цих задач. Блок схема була розроблена таким чином - щоб GSM/GPRS система передачі даних відображалась від початкового блоку і до кінцевого що є завершальним етапом роботи даної системи.

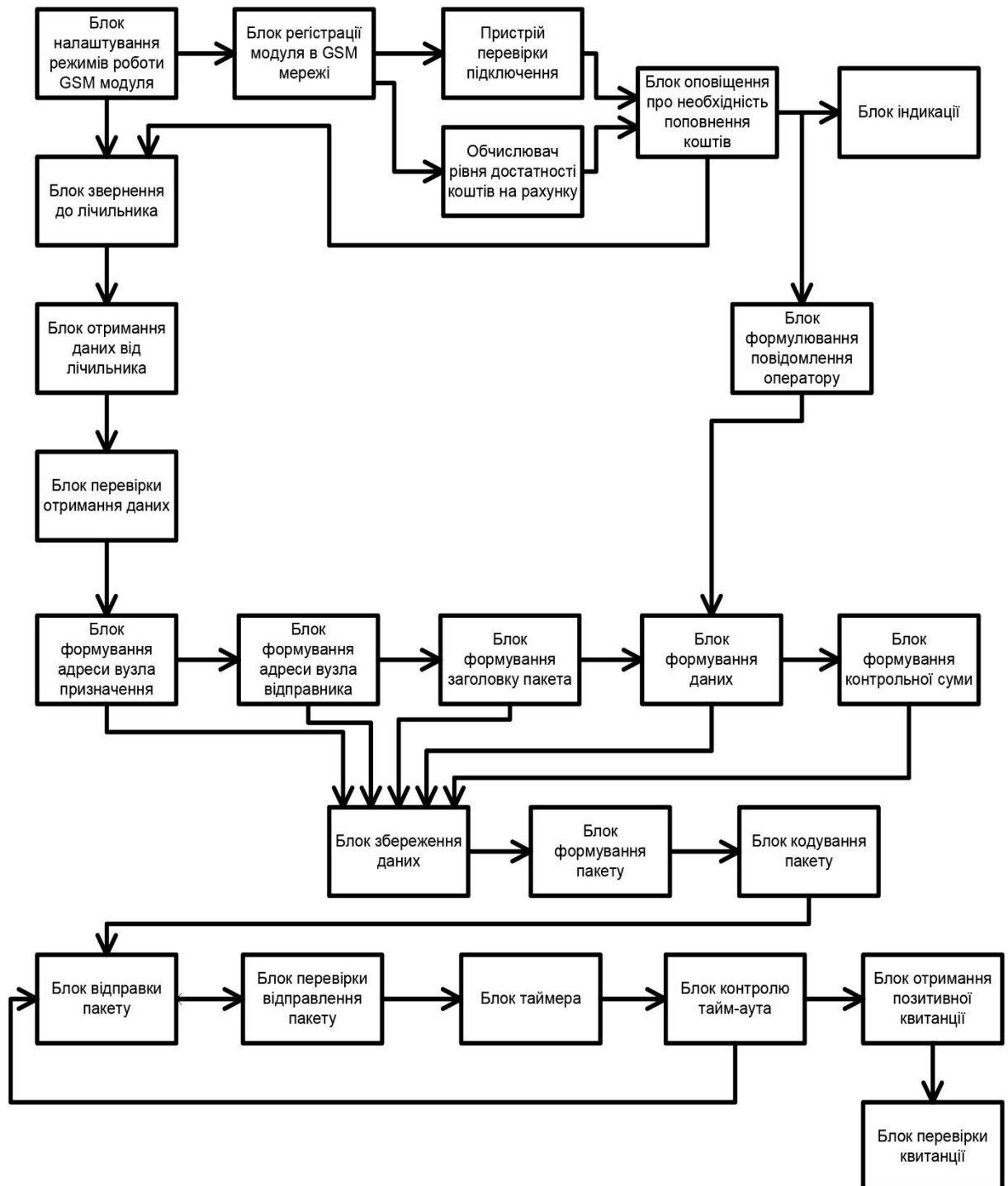


Рисунок 4.2 - структурна схема GSM/GPRS системи



1. Після підключення до джерела живлення відбувається налаштування режимів роботи модуля.
2. Далі відбувається реєстрація даного модуля в мережі.
3. Пристрій перевірки перевіряє наявність підключення до GSM мережі.
4. Виконання перевірки рахунку абонента.
5. У випадку якщо коштів не достатньо - модем сповістить миганням світлодіодом та формує повідомлення оператору, що надсилається до блоку формування даних.
6. GSM звертається до лічильника для отримання даних.
7. Модем отримує дані що надходять від лічильника.
8. GSM модем перевіряє що відбулось отримання даних від лічильника. Якщо дані не були отримані, то модем повторно виконує пункт 6, у випадку якщо дані отримані - переходить до наступного пункту.
9. Блок формування адреси вузла та призначення і подальший запис цих даних у пам'ять пристрою.
10. Блок формування адреси вузла відправника з подальшим записом даних у пам'ять пристрою.
11. Блок формування заголовка пакету і подальший запис даних до пам'яті пристрою.
12. Блок формування даних. У випадку, якщо на рахунку достатньо коштів - відбувається формування даних пакету і подальший запис даних у пам'ять пристрою. Якщо на рахунку абонента не достатньо коштів - пристрій відправляє вже сформоване повідомлення для оператора.
13. Блок формування контрольної суми і подальший запис даних до пам'яті пристрою.
14. Дані що були записані у пам'ять пристрою надсилаються до блоку формування пакету.
15. Після формування пакету – далі виконується кодування пакету.
16. Закодований пакет надсилається до блоку відправки пакетів.
17. Якщо пакет не був відправлений - модем повертається до попередньої дії, якщо відправлений - модем переходить до виконання наступних дій.
18. Вмикання таймеру.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		57

19. Якщо таймер працює довше зазначеного часу, модем повинен повторно відправити закодований пакет даних, якщо таймер вимкнувся до зазначеного часу - модем відправив пакет даних і отримав квитанцію.

20. Отримання квитанції означає, що закодований пакет даних був доставлений і не пошкоджений у процесі відправки та передачі.

21. Перевірка квитанції на її позитивність. У випадку - якщо квитанція не позитивна - модем повинен повторно відправити закодований пакет даних, якщо квитанція позитивна - пакет даних доставлений і не пошкоджений. Кінець алгоритму.

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		<b>58</b>

## 5 РОЗРОБЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ ТА БЛОКІВ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ

### Вибір мікроконтролеру.

Мікроконтролер – являє собою спеціальну мікросхему, призначену для управління різними електронними пристроями. Вперше вони з'явилися в тому ж році, як і мікропроцесори загального призначення.

Типовий мікроконтролер мусить поєднувати в собі функції процесору і периферійних пристроїв, а також може містити ОЗУ і ПЗУ. Взагалом це однокристальний комп'ютер, здатний виконувати доволі прості завдання.

Для побудови схеми необхідно вибрати мікроконтролер що задовольнить всі вимоги, та буде підходити за параметрами, а також легко програмуватиметься і матиме найкращі показники щодо ціна-якість. По даним критеріям підходить 8-ми розрядний мікроконтролер Atmega8L, що виконаний за технологією CMOS, він побудований на AVR-архітектурі RISC та в рамках системи може здійснювати управління живленням GSM/GPRS модуля та виконувати його налаштування, конфігурацію.

Основою перевагою даного мікроконтролера є не прискіпливість до програматорів. На ринку можна знайти дуже багато варіантів програматорів - від найдешевших ISP (In-System Programming), до потужних - програматорів-отладчиків. Доцільно використовувати для цієї мети китайську версію програматора від Thomas Fischl типу USBasp, що може підтримувати досить багато AVR контролерів серій ATmega і ATtiny та не вимогливий до драйверів.

### Вибір GSM/GPRS модулю.

Для даної системи, що повинна передавати дані на великі відстані бездротовим шляхом, найкраще в якості модему підійде GSM/GPRS модуль типу SIM300C.

GSM/GPRS модуль SIM300C використовується для розробки проектів, в яких потрібно управління пристроєм на значній відстані або отримання від нього даних. Основний чіп дозволяє працювати в мережах стільникового зв'язку за рахунок використання технологій GSM, GPRS, SMS на частотах 850/900/1800/1900 МГц.

Практичне застосування даного модулю: передача даних з датчиків в промисловості, бездротові сигналізації, охоронні системи.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		59

Контакти даного модулю потрібно припаювати, оскільки він поставляється в розібраному стані, якщо ви збираєтеся використовувати даний модуль - SIM300C з модульними мікроконтролерами типу Arduino або Raspberry Pi. Антену паяти необхідно обов'язково, інакше радіус прийому сигналу буде зовсім невеликий. Можна також використовувати зовнішні антени.

### **Вибір мікросхеми конвертору.**

Конвертор USB-TTL – це універсальний адаптер, що дозволяє працювати з USB, як с COM-портом. Перевага даного перехідника полягає в тому, що вихід UART мікроконтролера можна підключати безпосередньо до USB-порту комп'ютера а також працювати з USB як з COM-портом. Основою конвертера FTDI FT232RL є мікросхема FT232RL.

Щоб виконувати роботи з даними адаптером необхідно завантажити та встановити необхідні драйвера на комп'ютер з сайту виробника. Після встановлення драйверів на ОС Windows, адаптер визначиться як COM-пристрій.

FT232R додає дві нові функції, ефективно перетворюючи його в «3-в-1» чіп для деяких областей застосування. Внутрішні тактові імпульси (6 МГц, 12 МГц, 24 МГц і 48 МГц) можуть бути виведені з пристрою та використовуватися для управління мікроконтролером або зовнішньою логікою. Унікальний номер (FTDIDChip-ID™) записується в даний пристрій під час його виготовлення та може зчитуватися через USB, цим самим утворюючи основу захисного ключа, що використовується для захисту програмного забезпечення клієнта від копіювання.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		60

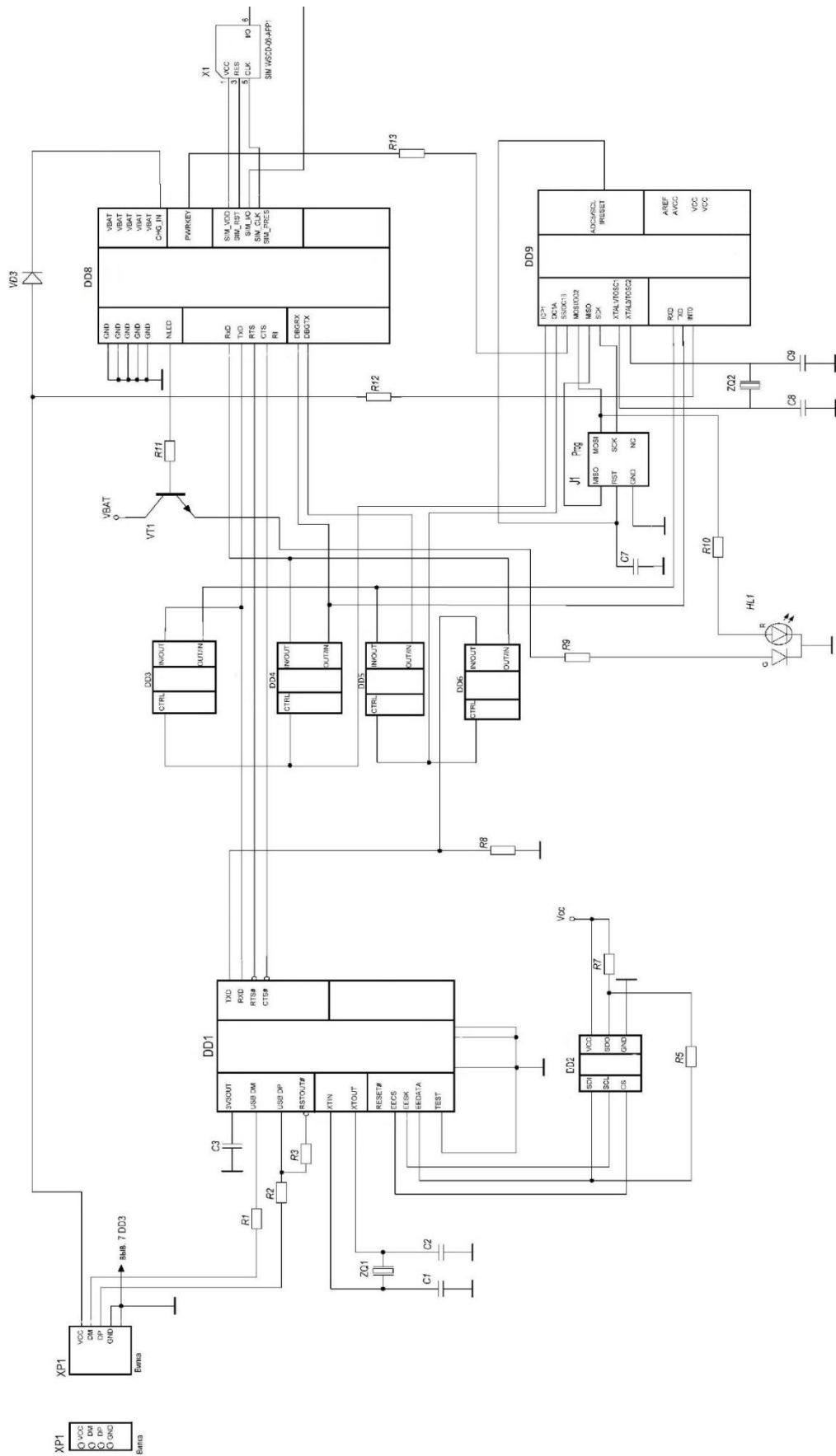


Рисунок 5.1 – функціональна схема проектного пристрою

## 6 РОЗРОБЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ ТА БЛОКІВ СИСТЕМИ

Принципова схема GSM/GPRS модему, що відіграє найважливішу роль в запропонованій системі – а саме передача даних з використанням GPRS каналу зв'язку була побудована з використанням наступних елементів:

- Мікросхема перетворювача USB<->RS-232 на FT232

Дана мікросхема має інтерфейс для підключення зовнішньої EEPROM пам'яті, в якій можуть зберігатися унікальні ідентифікаційні коди виробника і типу пристрою, а також текстові рядки, що містять інформацію про найменування, виробника пристрою і т.п. Мікросхема може живитися або від шини USB, або від зовнішнього стабілізованого джерела живлення з напругою 5В. Як генератор тактової частоти використовується кварц на 6МГц.

Мікросхема FT232R - представник нового покоління сімейства "USB - UART". Компанією FTDI в 2005 році було реалізовано ряд апаратних схемотехнічних рішень, що були інтегровані на кристал, що особливо вигідно відрізняє нові мікросхеми від попередньої версії FT232BM:

- незалежна пам'ять EEPROM;
- тактовий генератор;
- пасивні компоненти (в тому числі RC - фільтр по харчуванню).

Розширений робочий температурний діапазон від -40 ° С до + 85 ° С дозволяє використовувати нові мікросхеми в різноманітних додатках, включаючи промислові.

- GSM/GPRS модуль SIM300C

Це тридіапазонний механізм GSM / GPRS, який працює на частотах EGSM 900 МГц, DCS 1800 МГц і PCS 1900 МГц.

Фізичний інтерфейс виконаний за допомогою 60-контактної плати на платі роз'єм, який забезпечує всі апаратні інтерфейси між модулем та платами клієнтів, крім інтерфейсу радіочастотної антени. SIM300 розроблений з використанням техніки енергозбереження, поточне споживання настільки низьке, як 2,5 мА в режимі SLEEP. SIM300 інтегрований з протоколом TCP / IP.

Модулі SIM300C призначені для роботи в додатках, пов'язаних з високошвидкісною передачею даних за допомогою GPRS каналу: для передачі

										Арк
										62
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат						

голосу, SMS і факсимільних повідомлень, в вимірювальних системах і телеметрії а також системах безпеки та оповіщення. Модулі мають низьке енергоспоживання і малі розміри, завдяки чому можуть бути легко інтегровані в більшість вищезазначених програм.

- Мікроконтролер Atmega8L

АТmega8 - це потужний мікроконтролер, який забезпечує надзвичайно гнучке та економічно вигідне рішення для багатьох вбудованих програм управління.

АТmega8 підтримується повним набором програм та засобів розробки системи, в тому числі компілятори С, асемблери макросів, симулятори програм та набори оцінки.

Даний мікроконтролер Atmega8L від компанії AVR широко використовується серед тисячі радіоаматорів і професіоналів по всьому світу безпосередньо завдяки ідеальному поєднанню ціни, функціональності і простоті застосування в проєктованих електронних пристроях. Для прошивки даного мікроконтролера АТМega8 не потрібно складного спеціалізованого обладнання оскільки - програматори для АТМega8 доволі прості у використанні.

АТmega8 виконаний за технологією CMOS, 8-розрядний та базується на AVR-архітектурі RISC. Виконуючи одну повноцінну операцію за один такт, АТmega8 досягає продуктивності 1 MIPS на МГц, що дозволяє досягти оптимального співвідношення продуктивності до споживаної енергії.

- Резистори типорозміру 0805

Резистори поверхневого монтажу дешеві і зручні при конвеєрній автоматизованій збірці електронних пристроїв. Однак, вони не такі прості, як може здатися.

Основою резистора є підкладка з Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - окису алюмінію. Це хороший діелектрик і матеріал з хорошою теплопровідністю, що не менш важливо, так як в процесі роботи вся потужність резистора виділяється в тепло.

В основі резистивного шару використовується тонка металева або оксидна плівка, наприклад - хром, двоокис. Від матеріалу з якого складається ця плівка залежать характеристики резисторів. Резистивний шар окремих резисторів являє собою плівку завтовшки до 10 мкм, з матеріалу з низьким ТКС (температурним коефіцієнтом опору), що дає високу температурну стабільність

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		63

параметрів і можливість створити високопрецизійні елементи, приклад такого матеріалу - константан, однак номінали таких резисторів рідко перевищують 100 Ом.

- **Танталові конденсатори С6**

Вимога високих робочих частот і малих габаритів призводить до розширення застосування твердотільних танталових конденсаторів. Твердотільні танталові конденсатори мають відмінні характеристики: високою питомою ємністю та порівняно не великі габарити.

Головним завданням при експлуатації танталових конденсаторів є збільшення терміну служби і скорочення числа відмов.

- **Акумулятори ВТ1**

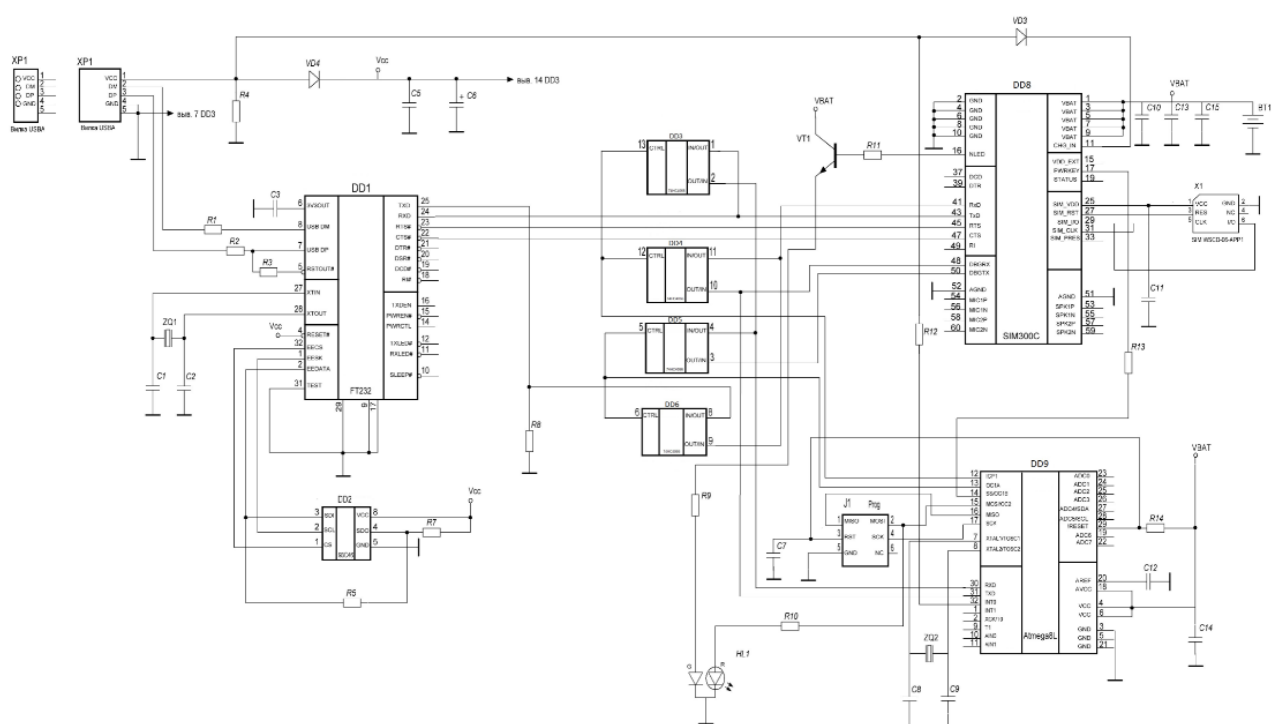


Рисунок 6.1 принципова схема GSM/GPRS модему

Розглянемо більш детально основні елементи що використовуються при побудові принципової схеми.

### **Мікросхема перетворювача USB<->RS-232 на FT232**

Особливості даної мікросхеми:

- Одночіповий USB для асинхронних послідовних даних інтерфейс передачі.
- На мікросхемі обробляється весь протокол USB.



- Повністю інтегрований 1024-бітний EEPROM-накопичувач дескриптори пристрою та конфігурація вводу-виводу CBUS.
- Повністю інтегровані термінальні резистори USB.
- Швидкість передачі даних від 300 біт до 3 Мбіт (RS422, RS485, RS232) на рівнях TTL.
- 256-байтний буфер прийому та 128-байтова передача з використанням технології згладжування буфера для забезпечення високої пропускної здатності даних.
- Безкоштовний віртуальний Com-порт (VCP) FTDI та прямі (D2XX) драйвери усувають вимогу до розробки драйверів USB в Windows для більшості випадків.
  - Унікальна функція USB FTDIChip-ID.
  - Настроювані виводи вводу-виводу CBUS.
  - Передавати та приймати світлодіодні сигнали приводу.
  - Підтримка інтерфейсу UART для 7 або 8 бітів даних, 1 або 2 стоп-біти і непарні / парні / позначки / пробіли / відсутність паритету.
  - Синхронний та асинхронний біт, варіанти інтерфейсу зі стробоскопами RD # та WR #.
  - Пристрій постачається заздалегідь запрограмованим унікальним
  - Вбудований перетворювач рівня + 3,3 В для вводу-виводу USB.
  - Вбудований перетворювач рівнів на UART та CBUS для взаємодії між + 1,8 В і + 5 В логіки.
  - Вбудована схема включення-скидання.
  - Повністю інтегрована фільтрація живлення AVCC.
  - Низьке споживання пропускної здатності USB.
  - Сумісний з UHCI / OHCI / EHCI контролером хосту.
  - Повна швидкість USB 2.0.
  - Від -40 ° С до 85 ° С продовжений діапазон робочих температур.
  - Випускається в компактних 28-контактних SSOP без Pb та пакети QFN-32 (обидва сумісні з RoHS).

FT232BM випускається в 32 вивідному корпусі LQFP-32 з кроком виходів 0.8мм.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		65

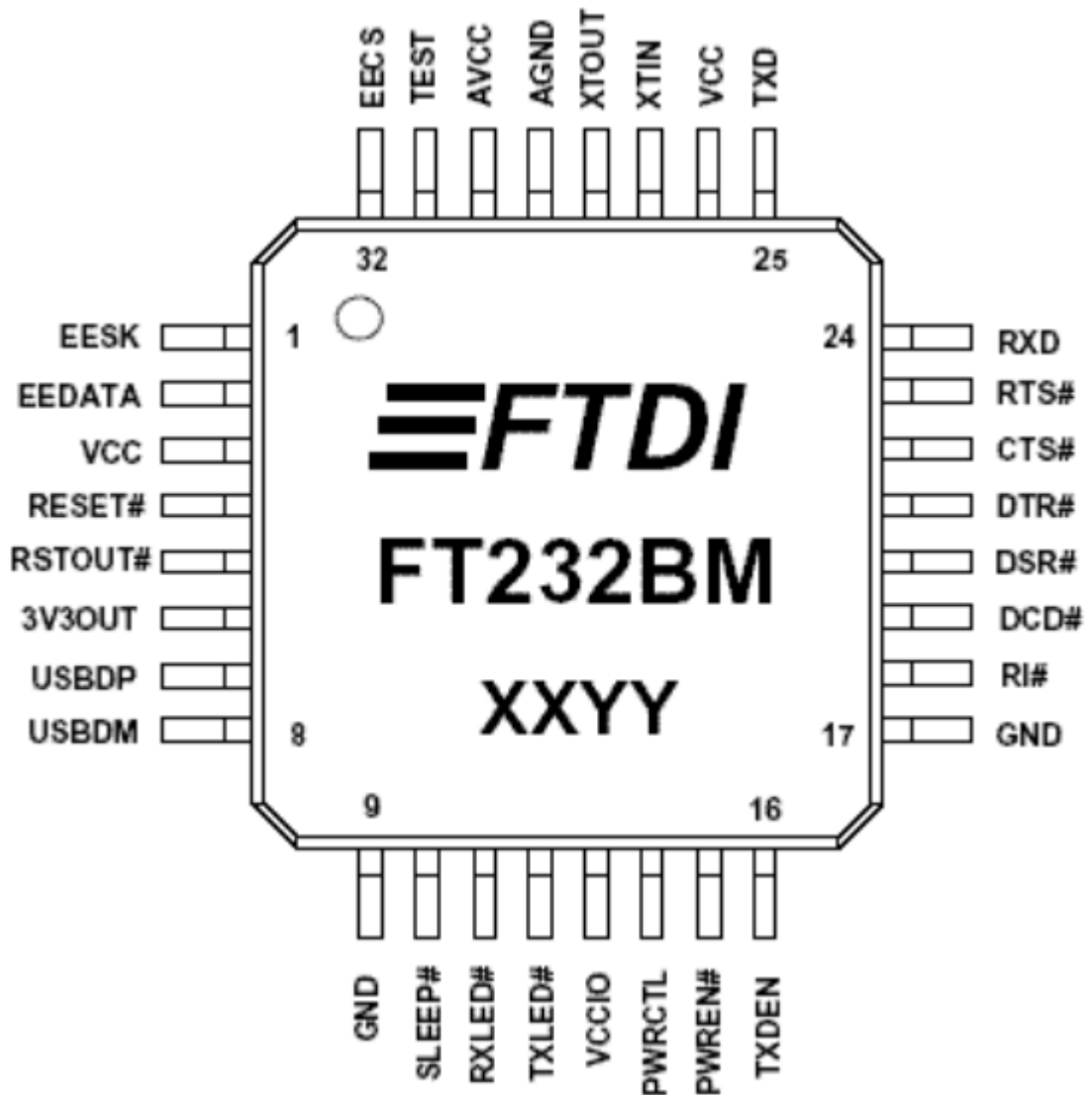


Рисунок 6.2 – схема FT232

Мікросхема має вбудований LDO-стабілізатор з вихідною напругою 3.3В, який служить для живлення внутрішньої логіки, але може використовуватися і для живлення будь-яких зовнішніх пристроїв (вивід 6: 3V3OUT), правда, максимальний струм - всього 5mA. Рівень логічної одиниці на виходах модуля UART мікросхеми (виводи 16-25) задається напругою на вході VCCIO (вихід 13) і може змінюватися в межах від 3 до 5В (це потрібно для забезпечення сумісності з 3-х вольтової логікою).

Режим навантаження мікросхеми визначається логічним рівнем на вході PWRCTL: лог.0 - живлення від шини USB (Bus-Powered), лог.1 - живлення від стороннього джерела (Self-Powered). Інверсний вхід RESET треба через резистор (а можна навіть і без нього) підтягнути до плюса живлення мікросхеми - цього достатньо для нормальної роботи. Вихід RSROUT може

використовуватися для скидання зовнішніх пристроїв в момент скидання FT232. Крім того, до цього висновку підключається підтягаючий резистор для лінії USB Data +. Самі лінії Data + і Data- - це виходи USBDP і USBDM відповідно.

Зауважу, що вхід TEST повинен бути з'єднаний з землею, в іншому випадку робота мікросхеми нестабільна.

Виходи SLEEP і PWREN можуть використовуватися для управління зовнішніми пристроями, зокрема, SLEEP = 0, якщо мікросхема не активна («спить»), а PWREN = 0 після закінчення ініціалізації мікросхеми при підключенні і = 1, якщо мікросхема не активна.

На виходах 16-25, як уже зазначалося, присутні всі сигнали, передбачені стандартом RS-232. При підключенні до них відповідних мікросхем-перетворювачів рівня можлива конвертація вихідних даних, що надходять по USB, в потік байт протоколів RS-232, RS-422 або RS-485.

Прийом і передача даних по USB можуть відображатися світлодіодами, підключеними до виходів RXLED і TXLED відповідно.

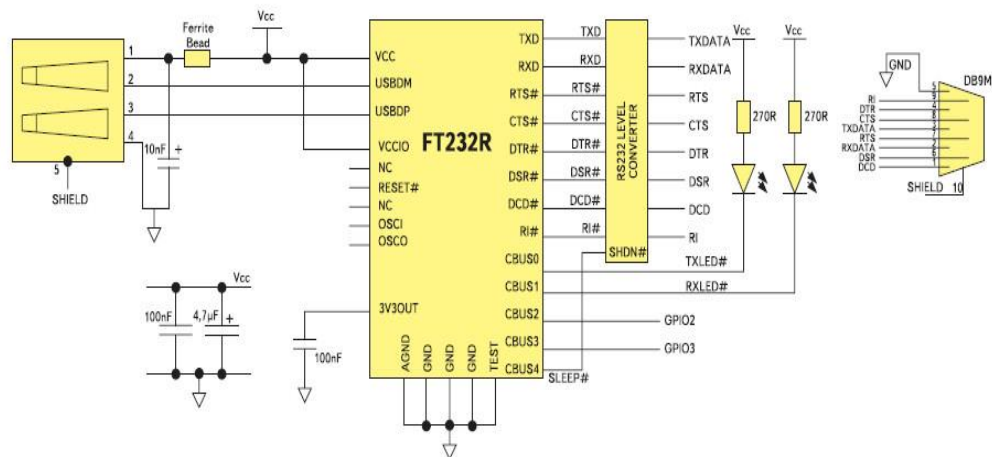


Рисунок 6.3 схема підключення мікросхеми FT232

ЗМН.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат
------	-----	----------	--------	-----

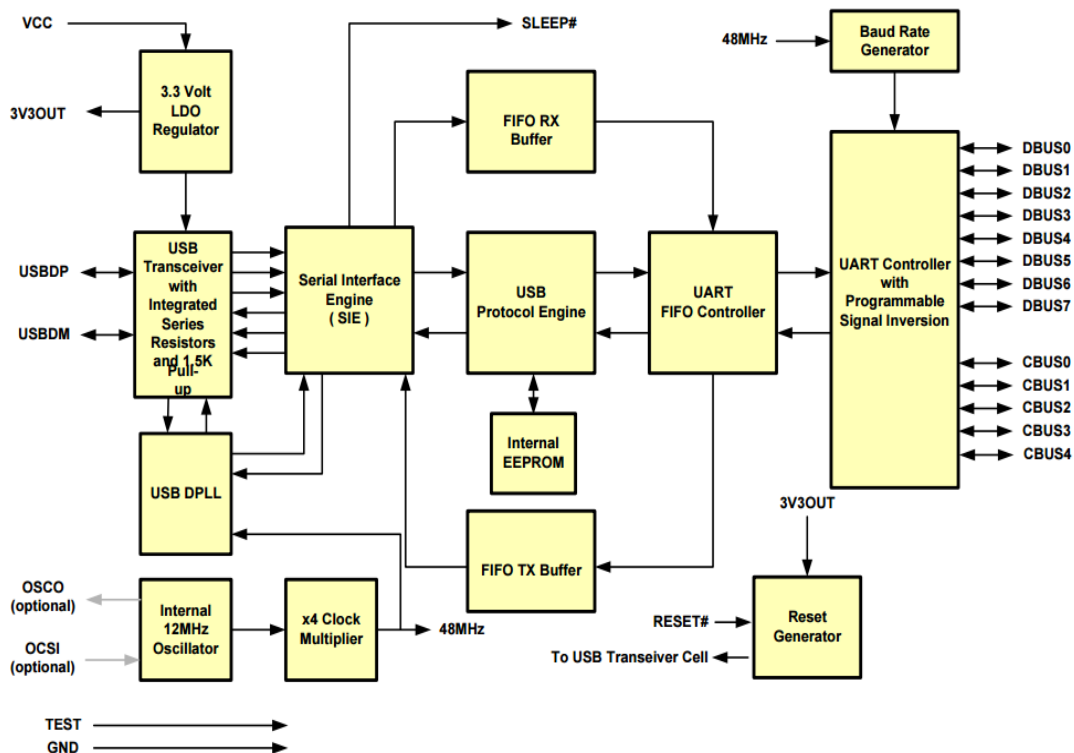


Рисунок 6.4 - структурна схема мікросхеми FT232

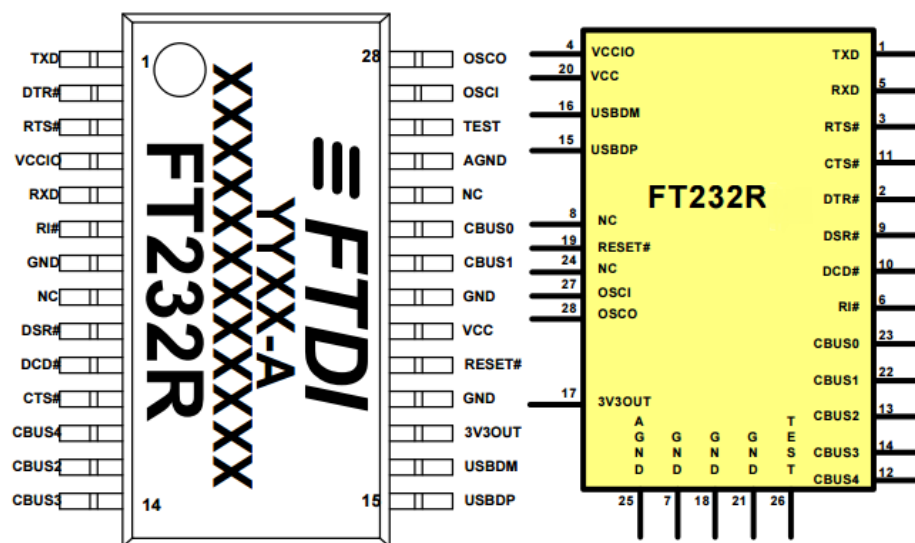


Рисунок 6.5 - Схема розташування виводів мікросхеми FT232R

Для підключення до МК досить використовувати сигнали RX і TX, в ряді випадків може знадобитися організувати гальванічну розв'язку цієї схеми з іншим пристроєм. З урахуванням того, що перетворювач живиться від USB, досить додати на RX і TX по ОПТРОН, причому вихід TX може безпосередньо управляти світлодіодом однією з оптопар.

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат

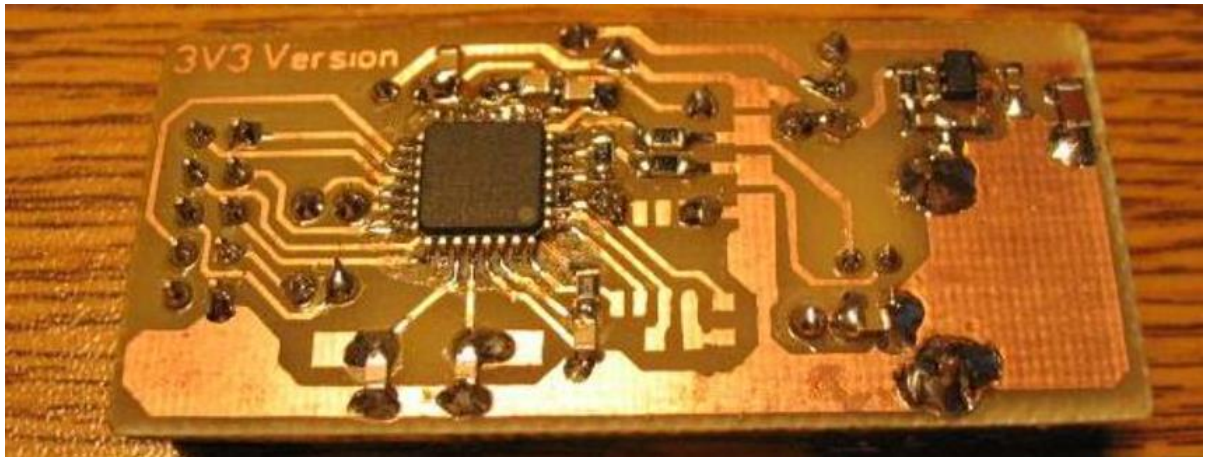


Рисунок 6.6 зовнішній вигляд мікросхеми

Таблиця 6.1 - Таблиця виводів мікросхеми FT232R

Номер ножки	Назва	Тип	Опис
15	USBDP	I/O	USB Data Signal Plus, що включає внутрішній резистор і 1,5 кОм Резистор до 3,3 В.
16	USBDP	I/O	USB Data Signal Minus, що включає внутрішній резистор серії.
Група інтерфейсу USB			
4	VCCIO	PWR	+ 1,8 У до + 5,25 В для інтерфейсу UART і контактів групи CBUS (1 ... 3, 5, 6, 9 ... 14, 22, 23). У пристроях з шиною USB підключається цей вивід до контакту 3V3OUT для віддачі на рівні + 3,3В або підключитися до VCC для виключення на 5V CMOS рівні. Цей вивід також може живитися від зовнішнього живлення від 1,8 В до + 2,8 В для віддачі на більш низьких рівнях. Слід зазначити, що в цьому випадку ця пропозиція має відбуватися з того ж джерела, що і поставка VCC.
7, 18, 21	GND	PWR	Контакти заземлення живлення пристрою
20	VCC	PWR	+ 3,3 В до + 5,25 В для ядра пристрою
25	AGND	PWR	Аналогове джерело живлення пристрою для внутрішнього множника тактових імпульсів
Група живлення і заземлення			

8, 24	NC	NC	Немає внутрішнього сполучення
19	RESET#	Input	Активне низьке скидання. Це може використовуватися зовнішнім пристроєм для скидання FT232R.
Номер ножки	Назва	Тип	Опис
26	TEST	Input	Виводить пристрій в режим тестування IC. Повинен бути прив'язаний до GND для нормальної роботи в іншому випадку пристрій перестане працювати.
27	OSCI	Input	Вхідна комірка осцилятора 12 МГц. Необов'язковий - може бути залишений без підключення для нормальної операції.
28	OSCO	Output	Вихід з комірки осцилятора 12 МГц.
Різноманітна група сигналів			
1	TXD	Output	Передача асинхронних даних.
2	DTR#	Output	Вихідний сигнал контролю готовності терміналу даних / сигнал підтвердження
3	RTS#	Output	Запит на відправку контрольного виходу / сигнал підтвердження.
5	RXD	Input	Приймач асинхронних даних.
6	RI#	Input	Вхід управління індикатором кільця, може використовуватися для відновлення роботи хост-контролера ПК USB з припинення.
9	DSR#	Input	Сигнал введення / підтвердження набору даних.
10	DCD#	Input	Data Carrier Detect Control Input.
11	CTS#	Input	Clear To Send Control Input / Handshake Signal.
Номер ножки	Назва	Тип	Опис

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат

ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ

Арк

70

12	CBUS4	I/O	Тільки конфігурований вихід CBUS. Функція цього контакту налаштована в внутрішньої EEPROM пристрої. Заводські налаштування - SLEEP #.
13	CBUS2	I/O	Конфігурується контакт введення / виведення CBUS. Функція цього висновку налаштовується в внутрішньої EEPROM пристрої. Заводські налаштування - TXDEN.
14	CBUS3	I/O	Конфігурується контакт введення / виведення CBUS. Функція цього висновку налаштовується в внутрішньої EEPROM пристрої. Заводські налаштування - PWREN
22	CBUS1	I/O	Конфігурується контакт введення / виведення CBUS. Функція цього висновку налаштовується в внутрішньої EEPROM пристрої. Заводські налаштування - RXLED
23	CBUS0	I/O	Конфігурується контакт введення / виведення CBUS. Функція цього висновку налаштовується в внутрішньої EEPROM пристрої. Заводські налаштування - TXLED

### Мікроконтролер Atmega8L.

Особливості даного мікроконтролеру:

- Високопродуктивний 8-розрядний мікроконтролер Atmel з низькою потужністю
- Розширена архітектура RISC
  - 130 потужних вказівок - Більшість одноциклових циклів виконання
  - 32 × 8 робочих реєстрів загального призначення
  - Повністю статична операція

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		71

- Вбудований 2-цикловий множник
- Енергонезалежні сегменти пам'яті високої витривалості
- 8 Кбайт внутрішньосистемної самопрограмованої флеш-пам'яті програми
- 512 байт EEPROM
- 1 Кбайт внутрішньої SRAM
- Цикли запису / стирання: 10000 Flash / 100 000 EEPROM
- Зберігання даних: 20 років при 85 ° С / 100 років при 25 ° С (1)
- Необов'язковий розділ завантажувального коду з незалежними блокувальними бітами
- Внутрішньо-системне програмування за допомогою вбудованої програми завантаження
- Периферійні функції
- Два 8-бітових таймера / лічильника з окремим прескалером, один режим порівняння
- Один 16-розрядний таймер / лічильник з окремим прескалером, режимом порівняння та захоплення
- Три ШІМ-канали
- 8-канальний АЦП в пакеті TQFP та QFN / MFL
- Вісім каналів 10-бітної точності
- 6-канальний АЦП в пакеті PDIP
- Шість каналів 10-бітної точності
- Байт-орієнтований двопровідний послідовний інтерфейс
- Програмований послідовний USART
- Серійний інтерфейс ведучого / підлеглого SPI
- Вбудований аналоговий компаратор

						ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
							72
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат			



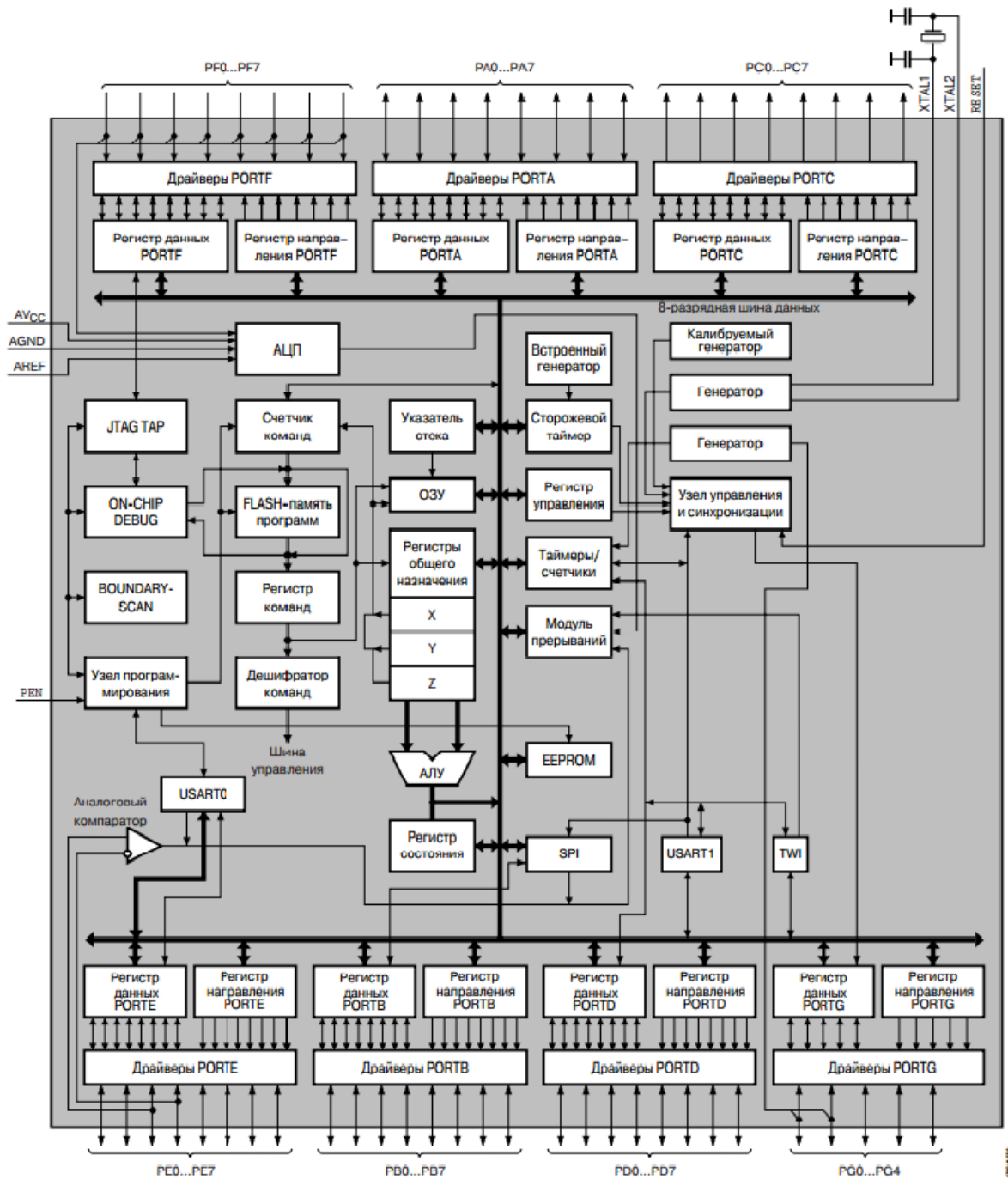


Рисунок 6.7 - Структурна схема мікроконтролерів сімейства Mega  
Спеціальні функції мікроконтролера

- Скидання живлення та програмоване виявлення відключення
- Внутрішній калібрований RC-генератор
- Зовнішні та внутрішні джерела переривань
- П'ять режимів сну: в режимі очікування, зменшення шуму АЦП, енергозбереження, відключення живлення та в режимі очікування.
- 23 програмовані лінії вводу-виводу

- PDIP з 28 відведеннями, TQFP з 32 відведеннями та QFN / MLF з 32 майданчиками

- Робочі напруги
  - 2,7 В - 5,5 В (АТmega8L)
  - 4,5 В - 5,5 В (АТmega8)
- Швидкісні оцінки
  - 0 - 8 МГц (АТmega8L)
  - 0-16 МГц (АТmega8)

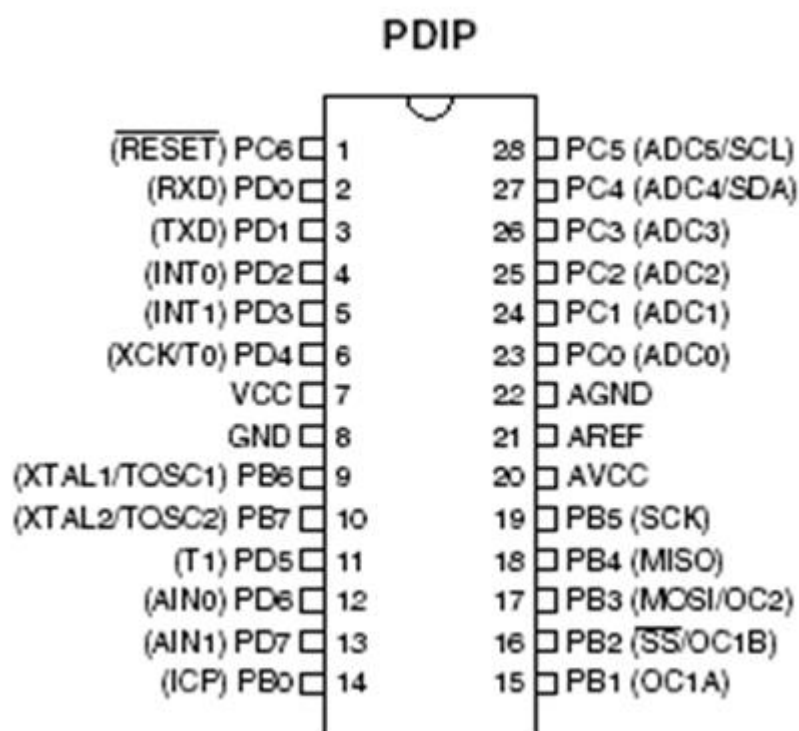


Рисунок 6.8 схема входів/виходів мікроконтролера Atmega8L

Ядро Atmel поєднує в собі багатий набір інструкцій з 32 робочими регістрами загального призначення.

Всі 32 регістри безпосередньо підключені до блоку арифметичної логіки (ALU), що дозволяє отримати доступ до двох незалежних регістрів в одній команді, що виконується за один тактовий цикл. Отримана архітектура є більш ефективною за допомогою коду, одночасно досягаючи пропускну здатності в десять разів швидше ніж звичайні мікроконтролери CISC.

Пристрій виготовлено з використанням енергонезалежної пам'яті високої щільності Atmel.

Позначення пінів та їх функції:

VCC - Цифрова напруга живлення.

GND – Земля (заземлення).

Порт В (PB7..PB0)XTAL1 / XTAL2 / TOSC1 /TOSC2 - це 8-бітний двонаправлений порт вводу-виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (підбирається для кожного біта).

Вихідні буфери порту В мають симетричні характеристики приводу як з високим поглиначем, так і з джерелом. Як входи, піни порту В, які зовні витягнуті, подаватимуть струм, якщо активуються резистори. Піни порту В тризначні, коли умова скидання стає активною, навіть якщо годинник не працює.

Залежно від налаштувань запобіжника вибору годинника, PB6 може бути використаний як вхідний сигнал до інверторного підсилювача осцилятора та вхідний сигнал до внутрішньої робочої схеми годинника.

Залежно від налаштувань запобіжника вибору годинника, PB7 може використовуватися як вихід з інвертування.

Якщо внутрішній калібрований RC-генератор використовується як джерело тактової частоти мікросхеми, PB7..6 використовується як TOSC2..1 - вхід для асинхронного таймера / лічильника<sup>2</sup>, якщо встановлено біт AS2 в ASSR.

Порт С (PC5..PC0) - це 7-бітний двонаправлений порт вводу-виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (вибраний для кожного біта).

Вихідні буфери порту С мають симетричні характеристики приводу як з високим рівнем, так і з джерелом. Як входи, піни порту С, які зовні витягнуті, подаватимуть струм, якщо активуються резистори.

PC6 / RESET - Якщо запобіжник RSTDISBL запрограмований, PC6 використовується як пін вводу-виводу.

Якщо запобіжник RSTDISBL не запрограмований, PC6 використовується як вхід для скидання.

Порт D (PD7..PD0) - це 8-бітний двонаправлений порт вводу-виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (вибраний для кожного біта).

RESET - Скидання вводу.

Відмінні особливості:

8-розрядний високопродуктивний AVR мікроконтролер з малим споживанням.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		75

### Прогресивна RISC архітектура:

- 130 високопродуктивних команд, більшість команд виконується за один тактовий цикл
- 32 8-розрядних робочих регістра загального призначення, повністю статична робота
- Незалежна пам'ять програм і даних
- 8 Кбайт внутрішньо-системної програмованої Flash пам'яті (In-System Self-Programmable Flash)
- Додатковий сектор завантажувальних кодів з незалежними бітами блокування
- Забезпечено режим одночасного читання / запису (Read-While-Write)
- 512 байт EEPROM
- 1 Кбайт вбудованої SRAM

### Вбудована периферія

- Два 8-розрядних таймера / лічильника з окремим попередніми дільником, один з режимом порівняння
- Один 16-розрядний таймер / лічильник з окремим попередніми дільником і режимами захоплення і порівняння
- Лічильник реального часу з окремим генератором
- Три канали PWM
- 8-канальний аналого-цифровий перетворювач (в корпусах TQFP і MLF)
- 6 каналів з 10-розрядної точністю
- канали з 8-розрядної точністю
- 6-канальний аналого-цифровий перетворювач (в корпусі PDIP)
- канали з 10-розрядної точністю
- канали з 8-розрядної точністю
- Байт-орієнтований 2-дротовий послідовний інтерфейс
- Вбудований аналоговий компаратор

### Спеціальні мікроконтролерні функції

- Скидання по подачі живлення і програмований детектор короткочасного зниження напруги живлення

					ЕліТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		76

- Вбудований калібрований RC-генератор
- Внутрішні і зовнішні джерела переривань
- П'ять режимів зниженого споживання: Idle, Power-save, Power-down, Standby і зниження шумів ADC

До 16 мільйонів виконуваних команд при тактовій частоті 16 МГц.

За одну секунду при тактовій частоті 16 МГц може бути виконано до 16 000 000 команд! Отже, одна однобайтова команда може бути виконана за 0,07 мкс.

П'ять режимів «сну» (зменшення енергоспоживання МК за рахунок відключення деяких внутрішніх вузлів або спеціальних методів уповільнення їх роботи).

Дуже корисна можливість при необхідності економити енергію: живлення від батарей, акумуляторів та інших джерел.

Споживана потужність:

- при роботі на частоті 4 МГц і напрузі живлення 3 вольт споживаний струм: 3,6 міліампер,

- в різних режимах енергозбереження споживаний струм: від 1 міліампер до 0,5 мікроампера.

Максимальна тактова частота:

- Atmega8L: 0 - 8 МГц при напрузі живлення 2,7 - 5,5 вольт

- Atmega8: 0 - 16 МГц при напрузі живлення 4,5 - 5,5 вольт.

Підсумовуючи вищезазначене можна скласти таблицю значень входів і виходів мікроконтролера ATmega8L.

Таблиця 6.2 - Таблиця значень входів і виходів мікроконтролера ATmega8L

Позначення	Номер виводу		Тип виводу	Опис
	DIP	TQFP MLF		
Порт В. 8-ми розрядний двонаправлений порт введення / виведення з внутрішніми підтягуючим резисторами				

Позначення	DIP	TQFP MLF	Тип виводу	Опис
PB0 (ICP)	14	12	I/O	B0 (Вхід захоплення таймера / лічильника T1 (режим Capture))
PB1 (OC1A)	15	13	I/O	B1 (Вихід А таймера / лічильника T1 (режими Compare, PWM))
PB2 (SS/OC1B)	16	14	I/O	B2 (Вибір Slave пристрою в каналі SPI / Вихід В таймера / лічильника T1 (режими Compare, PWM))
PB3 (MOSI/OC2)	17	15	I/O	B3 (Вихід (Master) або вхід (Slave) даних каналу SPI / Вихід таймера / лічильника T2 (режими Compare, PWM))
PB4 (MISO)	18	16	I/O	B4 (Вхід (Master) або вихід (Slave) даних каналу SPI)
PB5 (SCK)	19	17	I/O	B5 (Вихід (Master) або вхід тактового сигналу SPI)
PB6 (XTAL1/TOSC1)	9	7	I/O	B6 (Вхід тактового генератора / виведення для підключення резонатора до таймера / лічильника T2)

PB7 (XTAL2/TOSC2)	10	8	I/O	B7 (Вихід тактового генератора / виведення для підключення резонатора до таймера / лічильника T2)
Позначення	DIP	TQFP MLF	Тип виводу	Опис
Порт C. 7-ми розрядний двонаправлений порт введення / виведення з внутрішніми підтягуючим резисторами				
PC0 (ADC0)	23	23	I/O	C0 (Вхід АЦП)
PC1 (ADC1)	24	24	I/O	C1 (Вхід АЦП)
PC2 (ADC2)	25	25	I/O	C2 (Вхід АЦП)
PC3 (ADC3)	26	26	I/O	C3 (Вхід АЦП)
PC4 (ADC4/SDA)	27	27	I/O	C4 (Вхід АЦП/Лінія даних модуля TWI)
PC5 (ADC5/SCL)	28	28	I/O	C5 (Вхід АЦП/Тактовий сигнал модуля TWI)
PC6 (RESET)	1	29	I/O	C6 (Вхід скидання)
ADC6	—	19	I	Вхід АЦП
ADC7	—	22	I	Вхід АЦП
Порт D. 8-ми розрядний двонаправлений порт введення / виведення з внутрішніми підтягуючим резисторами				
PD0 (RXD)	2	30	I/O	D0 (Вхід USART)
PD1 (TXD)	3	31	I/O	D1 (Вихід USART)
PD2 (INT0)	4	32	I/O	D2 (Вхід зовнішнього переривання)
PD3 (INT1)	5	1	I/O	D3 (Вхід зовнішнього переривання)
Позначення	DIP	TQFP MLF	Тип виводу	Опис

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат

### SMD-резистори 0805

Діапазон номінальних значень: 0 Ом, 1 Ом - 30 МОм.

Допустиме відхилення від номіналу: 1% (F); 5% (J).

Номінальна потужність: 0,125 Вт.

Робоча напруга: 150 В.

Максимально допустима напруга: 200 В.

Робочий діапазон температур: -55 - +125 ° С.

Контактні майданчики резистора формуються з набору шарів. Внутрішній контактний шар виконують з дорогих матеріалів на зразок срібла або паладію. Проміжний - з нікелю. А зовнішній - свинцево олов'яний. Така конструкція обумовлена необхідністю забезпечити високу адгезію (зв'язаність) шарів. Від них залежить надійність контактів і шуми.

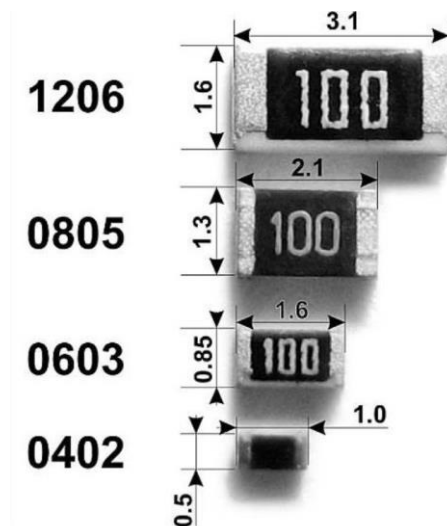


Рисунок 6.9 – зовнішній вигляд резисторів

### Танталові конденсатори С6

Головним завданням при експлуатації танталових конденсаторів є збільшення терміну служби і скорочення числа відмов. Аналіз показав, що це можливо тільки при обліку їх особливостей на всіх етапах життя: виробництво, зберігання, монтажу, експлуатації. Для того щоб визначити причини виходу танталових конденсаторів з ладу, необхідно розглянути їх конструкцію і особливості виробництва.

Існує всього кілька металів, які при окисленні здатних створювати щільні і непровідні оксидні плівки: титан, цирконій, ніобій, тантал, алюміній і деякі інші. Однак, серед перерахованих металів, тільки при використанні алюмінію і танталу вдається технологічно контролювати товщину оксидної плівки.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		80



Твердотільні танталові конденсатори є електролітичними конденсаторами, які складаються з чотирьох основних частин: анода, діелектрика, електроліту (рідкого або твердого) і катода

У твердотільних танталових конденсаторах анод представляє собою пористу гранульовану структуру, схожу на губку, виготовлену з пресованого танталового порошку високого ступеня очищення. Цю губку отримують в процесі спікання в умовах глибокого вакууму при високих температурах, які, як правило, лежать в діапазоні від 1300 до 2000 ° С. Очевидно, що така структура має високе співвідношення обсягу і площі поверхні завдяки високому ступеню пористості.

Твердотільні танталові конденсатори по більшості параметрів відповідають вимогам до сучасних електронних пристроїв. Вони відрізняються малими габаритами, високою питомою ємністю, надійністю (при дотриманні правил на всіх етапах їх життя) і сумісністю з загальноприйнятими технологіями монтажу. Перевагою є і те, що важливий параметр конденсатора - ESR (еквівалентний послідовний опір) - зі зростанням частоти не зростає, а в деяких випадках навіть зменшується. Щоб скоротити число відмов і продовжити робочий період пристрою, необхідно враховувати його індивідуальні особливості при виготовленні, зберіганні, монтажі і під час роботи.

Тантал здатний при окисленні формувати щільну оксидну плівку, товщину якої можна регулювати за допомогою технологічних прийомів, тим самим змінюючи параметри конденсатора.

Крім танталу конденсатори роблять з кераміки, слюди, паперу та алюмінієвої фольги.

Сучасні танталові конденсатори мають малі розміри і відносяться до чіп-компонентів, які призначені для монтажу на платі. Інакше такі деталі називаються SMD, що розшифровується як «компоненти поверхневого монтажу». SMD деталі зручні для автоматизованих процесів монтажу і пайки на друковані плати.

Основне призначення електролітичних поляризованих танталових конденсаторів - діяти в комплексі з резистором з метою обробки сигналу і згладжування його піків і гострих імпульсів.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		81

## GSM/GPRS модуль SIM300C

SIM300 - це тридіапазонний механізм GSM/GPRS, який працює на частотах EGSM 900 МГц, DCS 1800 МГц і PCS 1900 МГц. SIM300 оснащений GPRS мультислотовим класом 10/клас 8 (додатково) та підтримує схеми кодування GPRS CS-1, CS-2, CS-3 та CS-4. Завдяки крихітній конфігурації 40 мм x 33 мм x 2,85 мм, SIM300 може відповідати майже всім вимогам до місця у ваших додатках, таких як смартфон, КПК та інші мобільні пристрої.

Фізичний інтерфейс мобільного додатка виконаний за допомогою 60-контактного роз'єму плата-плата, який забезпечує всі апаратні інтерфейси між модулем і платами клієнтів, крім інтерфейсу радіочастотної антени.

Клавіатура та інтерфейс дисплея SPI дадуть вам гнучкість для розробки спеціальних програм.

Послідовний порт та порт налагодження можуть допомогти вам легко розробити свої програми.

Два аудіоканали включають два входи для мікрофонів та два виходи для динаміків. Це можна легко налаштувати за допомогою команди AT.

SIM300 забезпечує інтерфейс радіочастотної антени з двома альтернативами: антенний роз'єм та антенна накладка. Роз'єм антени - MURATA MM9329-2700. А антену замовника можна припаяти до накладки антени. SIM300 розроблений з використанням техніки енергозбереження, поточне споживання становить лише 2,5 мА в режимі SLEEP. SIM300 інтегрований з протоколом TCP / IP; розширені команди TCP / IP AT розроблені для того, щоб клієнти могли легко використовувати протокол TCP / IP, що дуже корисно для цих програм передачі даних.

### Головні особливості:

Блок живлення - напруга живлення 3,4 В - 4,5 В.

Енергозбереження - споживання енергії в режимі SLEEP до 2,5 мА.

Діапазони частот - тридіапазонний SIM300: EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900. SIM300 може автоматично шукати 3 діапазони частот. Діапазони частот також можуть бути встановлені командою AT. Відповідає стандарту GSM Phase 2/2 +.

Потужність передачі - Клас 4 (2 Вт) на EGSM 900, Клас 1 (1 Вт) на DCS 1800 та PCS 1900.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		82

Підключення GPRS - GPRS мультислот клас 10 (за замовчуванням), GPRS мультислот клас 8 (опція), GPRS мобільна станція класу В.

Температурний діапазон - нормальна робота: від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ , обмежена робота: від  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  і від  $+55^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$  (1), температура зберігання  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ .

Дані GPRS - передача даних GPRS по низхідній лінії зв'язку: макс. 85,6 кбіт / с, GPRS передача даних по висхідній лінії зв'язку: макс. 42,8 кбіт / с, схема кодування: CS-1, CS-2, CS-3 і CS-4, SIM300 підтримує протоколи PAP (автентифікація паролем), який зазвичай використовується для з'єднань PPP. SIM300 інтегрує протокол TCP / IP. Підтримка каналу управління трансляцією з комутацією пакетів (PBCCH).

CSD - швидкість передачі CSD: 2,4, 4,8, 9,6, 14,4 кбіт / с, непрозора підтримка неструктурованих додаткових служб даних (USSD).

SIM-інтерфейс - підтримка SIM-карти: 1,8 В, 3 В.

Зовнішня антена - підключений через антену 50 Ом або антенну накладку.

Послідовний порт та порт налагодження - послідовний порт: Сім рядків на інтерфейсі послідовного порту, послідовний порт може використовуватися для факсу CSD, служби GPRS та відправки, команди AT модуля управління. Послідовний порт може використовувати функцію мультиплексування. Підтримує швидкість передачі даних від 4800 біт / с до 115200 біт / с. Порт для налагодження: два рядки на інтерфейсі послідовного порту / TXD та / RXD. Порт для налагодження, що використовуються лише для налагодження.

Оновлення мікропрограми - оновлення мікропрограми послідовним портом.

Функціональна схема SIM300 та ілюструється головним чином функціональною частиною:

- Двигун базової смуги GSM
- Flash і SRAM
- Частина радіочастоти GSM
- Інтерфейс антени
- Інтерфейс плата-плата

					ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		83

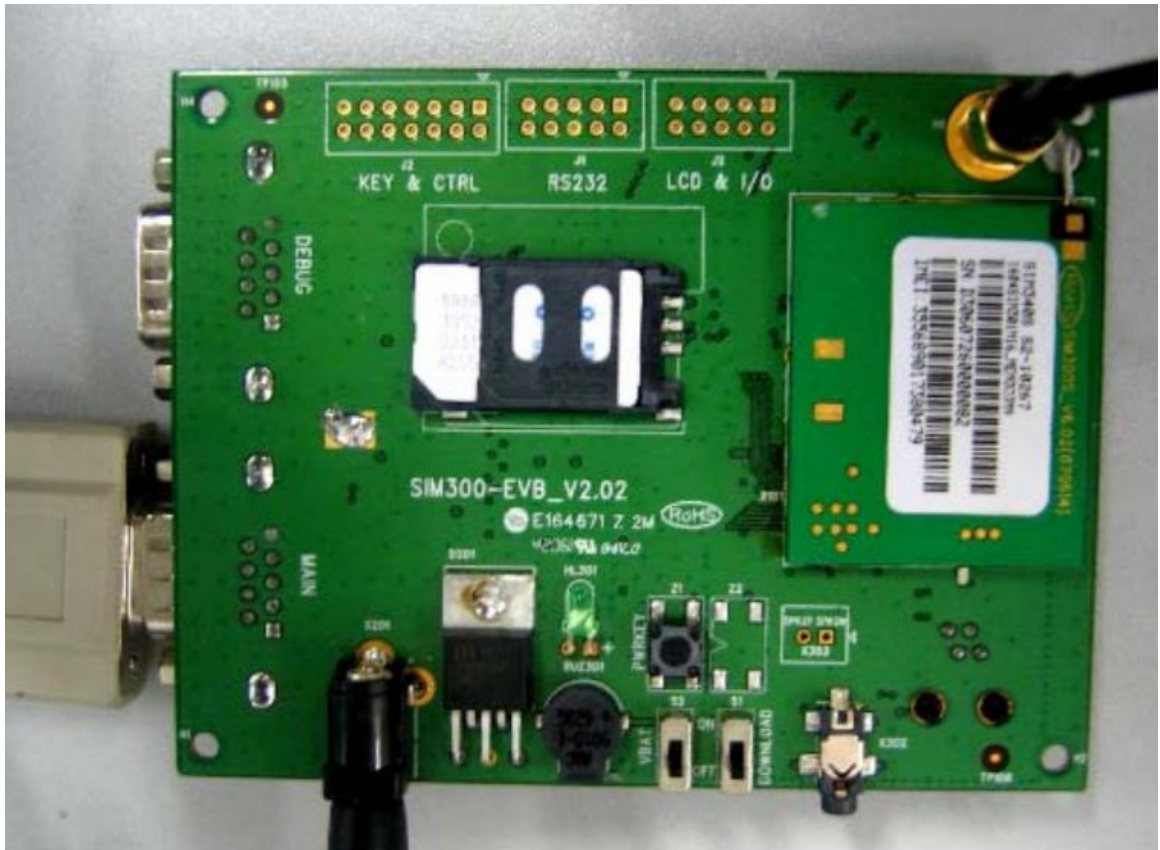


Рисунок 6.10 - зовнішній вигляд SIM 300

SIM300C			
1	VBAT	GND	2
3	VBAT	GND	4
5	VBAT	GND	6
7	VBAT	GND	8
9	VBAT	GND	10
19	STATUS	GPIO32	35
11	CHG_IN	DCD	37
13	NC		
14	VRTC	SIM_PRESENCE	33
15	VDD_EXT	SPI_EN	38
25	SIM_VDD	SPI_CLK	40
29	SIM_IO	SPI_DO	42
31	SIM_CLK	SPI_AO	44
27	SIM_RST	SPI_RST	46
18	KBC0	DCD/GPIO0	28
20	KBC1	NETLED/GPIO1	16
22	KBC2	GPIO5	21
24	KBC3	PWRKEY	17
26	KBC4	BUZZER/GPIO8	23
28	KBR0	DTR	39
30	KBR1	RxD	41
32	KBR2	TxD	43
34	KBR3	RTS	45
36	KBR4	CTS	47
48	DBG_RX	RI	49
50	DBG_TX	AGND	52
51	AGND	ADC0	12
54	MIC1P	SPK1P	53
56	MIC1N	SPK1N	55
58	MIC2P	SPK2P	57
60	MIC2N	SPK2N	59

Рисунок 6.11 Схема розташування виводів GSM модуля SIM300C

Таблиця 6.3 - призначення виводів GSM модуля SIM300C

Pin ім'я	Тип	Опис
VBAT	I/O	Роз'єм призначений для підключення напруги живлення.
VRTC	I/O	Токовий вхід для RTC, коли (Акумулятор не поставляється для системи)
VDD_EXT	O	Живлення для зовнішніх ланцюгів.
Pin ім'я	Тип	Опис
VCHG	I	Вхід напруги для схеми зарядки; В результаті чого система виявляє зарядний пристрій.
GND		Цифрова Земля
Включення або виключення живлення		
PWRKEY	I	Вхід напруги для PWRKEY. PWRKEY слід потягнути на включення або виключення системи
Аудіо інтерфейси		
MIC1P MIC1N	I	Позитивна і негативна голосова смуга

		Вхід
MIC2P MIC2N	I	Допоміжні позитивні і негативні входи голосових діапазонів
SPK1P SPK1N	O	Вивід позитивної та негативної голосової смуги
SPK2P SPK2N	O	Допоміжні позитивні і негативні висновки голосового діапазону
BUZZER	O	Вихід зумера
AGND		Аналогова земля
Вхід / вихід загального призначення		

KBC0~KBC4	O	Інтерфейс клавіатури
KBR0~KBR4	I	
DISP_DATA	I/O	ЖК-дисплей
DISP_CLK	O	ЖК-дисплей
DISP_CS	O	ЖК-дисплей
DISP_D/C	O	ЖК-дисплей
DISP_RST	O	ЖК-дисплей
NETLIGHT	O	Індикація стану мережі
STATUS	O	Індикація статусу роботи
GPIO0	I/O	Нормальний порт введення / виводу
GPIO1	I/O	
Pin ім'я	Тип	Опис
Серійний порт		
DTR	I	Готовність терміналу даних
RXD	I	Готовність терміналу даних
TXD	O	Передача даних
RTS	I	Запит на відправку
CTS	O	Очистити для відправки
RI	O	Індикатор дзвінка
DCD	O	Виявлення несучої даних
Debug port		
DBG_TXD	O	Серійний інтерфейс для налагодження
DBG_RXD	I	

Опис основних пінів даного модуля:

VBAT - 8 пінів VBAT роз'єму плата-плата призначені для підключення напруги живлення. Блок живлення SIM300 повинен бути одним джерелом напруги VBAT = 3,4 В ... 4,5 В. Він повинен бути здатним забезпечити достатній

струм у передачі, яка зазвичай піднімається до 2А. Переважно ці 8 виходів є вхідною напругою.

VRTC - поточний вхід для RTC, коли акумулятор не поставляється для системи. Поточний вихід для резервної батареї, коли основна батарея присутня, а резервна батарея знаходиться в низькому напрузі.

VDD\_EXT - Напруга 2,93 В для зовнішнього кола. Вимірюючи цей пін, користувач може судити, вмикається чи вимикається система. Коли напруга низька, система відключена. В іншому випадку система ввімкнена.

GND – Заземлення.

PWRKEY - Вхід напруги для включення живлення.

BUZZER - Звуковий сигнал.

AGND - Аналогова земля.

NETLIGHT - Індикація стану мережі.

GPIO0 - Звичайний порт вводу/виводу.

DTR - Термінал передачі даних.

RXD - Отримування даних.

TXD – Передача даних.

RTS – Запит на відправку.

CTS – Скидання.

DBG\_TXD, DBG\_RXD - Послідовний інтерфейс для налагодження та зв'язку.

SIM\_VDD - Напруга для SIM-картки.

SIM\_DATA - Виведення даних на SIM.

SIM\_RST - Скидання SIM-карти.

ADC0 - Аналого-цифровий перетворювач загального призначення.

Мікросхеми 74НС4066 виробництва ST-microelectronics містять чотири цифро-аналогових ключові елементи.

Мікросхема використовується для побудови різного роду комутаторів як цифрових так і аналогових сигналів. Ключі мікросхеми дозволяють комутувати сигнали з амплітудою в межах від нуля до напруги живлення мікросхеми (+ Vcc). Ключі управляються цифровими рівнями (0/1), які залежать від напруги живлення.

Таблиця 6.4 опис характеристик м / с 74НС4066:

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		87

Напруга живлення (Vcc)	+2..+12V
Струм споживання (статич.)	1μA(макс.)
Rвідкр. (при Vdd=+12V)	45om (тип.)
Розкид Rвідкр. (при Vdd=+12V)	±5om (тип.)
Час затримки поширення	3-20nS (тип.)
Вхідна / вихідна ємність	5pF (тип.)
Струм витoku закритого ключа	<±0,1 μA (макс.)
Максимальна частота управління	30MHz
Робочий діапазон температур	-40°C..+85°C
Корпус	SO-14
Аналоги	кф1561КТ34066D

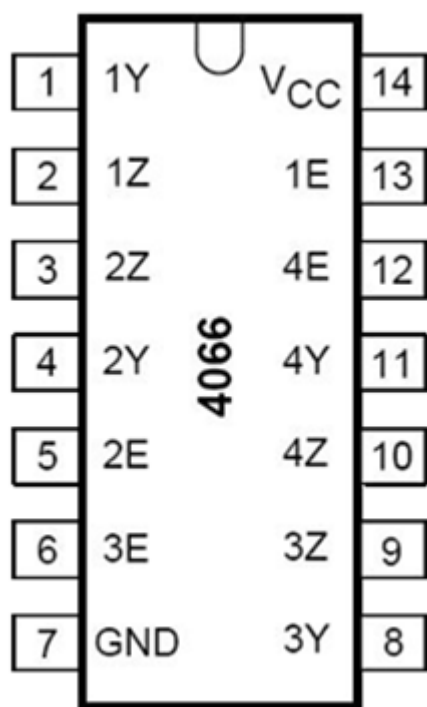


Рисунок 6.12 Схема розташування виводів мікросхеми 74HC4066

**Опис роботи розробленого пристрою**

Під час включення модему відбувається налаштування роботи GSM модуля SIM300C і реєстрації його у мережі.



У випадку виникнення проблеми з підключенням до комп'ютера, стану GSM мережі, а також реєстрації в мережі, також помилки SIM карти, або ж зниження грошових коштів нижче порога - світлодіод VD2 повинен відобразити стани роботи . У випадку коли спалахує зелений це означає що модем не зареєструвався в мережі. При підключенні Інтернет світлодіод повинен часто спалахувати зеленим кольором. Також при встановленні Інтернет з'єднання, кожні півгодини відбувається перевірка стану рахунку абонента, і при зниженні рахунку нижче порогу, світлодіод починає швидко блимати червоним кольором.

Після закінчення налаштування модуля, модем повинен звернутися до лічильника та отримати з нього дані для подальшої відправки. Формується пакет, його кодування та відправка. Після відправки пакету повинен запуститися таймер, що очікує позитивної квитанції. Після отримання позитивної квитанції модем повертається до початкового стану.

Також була розроблена програма, що буде поперемінно запалювати і гасити два світлодіоди. Світлодіоди підключені до двох пінів PD0 і PD1 мікроконтролеру.

Блок програми:

```
.INCLUDEPATH "/usr/share/avra/" ; шлях для завантаження INC файлів
.INCLUDE "m8def.inc" ; завантаження приречення для ATmega8
.LIST ; включити генерацію лістингу

.CSEG ; початок сегмента коду
.ORG 0x0000 ; початкове значення для адресації

; -- ініціалізація стека --
```

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		89

```

LDI R16, Low(RAMEND)      ; молодший байт кінцевого адреси ОЗУ в R16
OUT SPL, R16              ; установка молодшого байта покажчика стека
LDI R16, High(RAMEND)    ; старший байт кінцевого адреси ОЗУ в R16
OUT SPH, R16              ; установка старшого байта покажчика стека

```

```

.equ Delay      = 5          ; установка константи часу затримки

```

```

Program_name: .DB "Simple LEDs blinking program"

```

```

; -- встановлюємо все Піни порту PORTD (PD) на висновок --

```

```

LDI R16, 0b00000011      ; помістимо в регістр R16 число 3 (0x3)
OUT DDRD, R16            ; завантажимо значення з регістра R16 в порт DDRD

```

```

; -- основний цикл програми --

```

```

Start:

```

```

    SBI PORTD, PORTD0      ; подача на пін PD0 високого рівня
    CBI PORTD, PORTD1      ; подача на пін PD1 низького рівня
    RCALL Wait              ; викликаємо підпрограму затримки по часу
    SBI PORTD, PORTD1      ; подача на пін PD1 високого рівня

    CBI PORTD, PORTD0
    RCALL Wait
    RJMP Start              ; повернення до мітці Start, повторюємо все в циклі

```

```

; -- підпрограма затримки по часу --

```

					ЕліТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
						90
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Wait:

LDI R17, Delay ; завантаження константи для затримки в регістр R17

WLoop0:

LDI R18, 50 ; завантажуюємо число 50 (0x32) в регістр R18

WLoop1:

LDI R19, 0xC8 ; завантажуюємо число 200 (0xC8, \$ C8) в регістр R19

WLoop2:

DEC R19 ; зменшити значення в регістрі R19 на 1

BRNE WLoop2 ; повернення до WLoop2 якщо значення в R19 не дорівнює 0

DEC R18 ; зменшити значення в регістрі R18 на 1

BRNE WLoop1 ; повернення до WLoop1 якщо значення в R18 не дорівнює 0

DEC R17 ; зменшити значення в регістрі R17 на 1

BRNE WLoop0 ; повернення до WLoop0 якщо значення в R18 не дорівнює 0

RET ; повернення з підпрограми Wait

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		91

## 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В процесі виробництва будь-якого виробу використовуються різні матеріали, комплектуючі вироби, різні види обладнання та інструменти, проводиться велика кількість технологічних операцій. Для обліку фактичних витрат на виробництво та для обґрунтування собівартості необхідна певна класифікація цих витрат. Для розрахунку собівартості одиниці певного виду продукції, що випускається, застосовується класифікація за калькуляційними статтями витрат. У плануванні та в обліку собівартості продукції застосовується наступне типове групування за статтями калькуляції:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- відрахування від заробітної плати;
- матеріали та комплектуючі;
- витрати на утримання та експлуатацію обладнання;
- виробничі витрати;
- адміністративні витрати;
- позавиробничі витрати (комерційні витрати).

Вихідними даними для складання калькуляції собівартості на проєктований пристрій є стаття калькуляції на покупні та комплектуючі вироби. Необхідно врахувати вартість напівфабрикатів, що йдуть на виготовлення друкованої плати.

Дані по цій статті витрат приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Дані на покупні та комплектуючі вироби

Найменування комплектуючих	Кількість	Ціна однієї одиниці,(грн.)	Сума на один виріб (грн.)
1	2	3	4
<b>Мікросхеми</b>			
FT232	1	136	136
74НС4066	4	5,60	22,40

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		92

SIM300C	1	340	340
Atmega8L	1	78,75	78,75
<b>Конденсатори</b>			
B45196-E1226-M309-Epcos	15	3,85	57,75
<b>Резистори</b>			
SMD0805 – 2 кОм ± 1%	14	0,30	4,2
Загальна вартість, (грн.)			<b>639,1</b>

Витрати на основну заробітну плату ( $Z_o$ ):

$$Z_o = T * \Gamma * K * A, \quad (7.1)$$

де  $T$  – сумарна трудомісткість розробки продукту (годин), яка визначається експертним шляхом виходячи з фактично витраченого часу на виробництво та налаштування продукту,  $T = 8$  (годин);

$\Gamma$  – середня годинна тарифна ставка одного робітника задіяного у виробництві продукту, грн. / год,  $\Gamma = 60$  грн. / год;

$K$  – коефіцієнт трудової участі (розрядності),  $K = 1,3$ ;

$A$  – кількість працівників задіяних у виробництві,  $A = 2$ .

Тоді

$$Z_o = T * \Gamma * K * A = 8 * 60 * 1,3 * 2 = 1248 \text{ (грн.)}$$

Додаткова заробітна плата (10 – 30% від  $Z_o$ ):

$$Z_d = Z_o * K_d / 100, \quad (7.2)$$

де  $K_d$  – відсоток додаткової заробітної плати,  $K_d = 10\%$ .

$$Z_d = Z_o * K_d / 100 = 1248 * (10\% / 100) = 124,80 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату – єдиний соціальний внесок у розмірі 22%.

$$H_B = (Z_o + Z_d) * 22 / 100. \quad (7.3)$$

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		93

$$H_B = (1248 + 124,8) * 22/100 = 302,02 \text{ (грн.)}$$

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання.

Оренда машинного часу ( $O_M$ ):

$$O_M = M_B * \mathcal{C}_M, \quad (7.4)$$

де  $M_B$  – величина машинного часу, необхідного для розробки та налагодження продукту, годин,  $M_B = 1 \text{ дн} * 8 \text{ ч} = 8 \text{ годин}$ ;

$\mathcal{C}_M$  – вартість оренди машинного часу, грн. / год:

$$\mathcal{C}_M = \mathcal{C}_{\text{сoм}} / H_p * 259 * 8, \quad (7.5)$$

де  $\mathcal{C}_{\text{сoм}}$  – ціна обладнання, задіяного при виробництві виробу,

$\mathcal{C}_{\text{сoм}} = 35000 \text{ грн}$ ;

$H_p$  – термін ефективної роботи,  $H_p = 5$ ;

259 – кількість робочих днів;

8 – тривалість зміни.

$$\mathcal{C}_M = 35000/5 * 259 * 8 = 3,40 \text{ (грн./ч)}$$

Тоді

$$O_M = M_B * \mathcal{C}_M = 8 * 3,4 = 27,20 \text{ (грн.)} \quad (7.6)$$

Загальновиробничі витрати. Являють собою витрати, що пов'язані з управлінням підрозділом, витрати на службові відрядження співробітників підрозділу, амортизаційні відрахування від вартості основних фондів загальноцехового призначення і т.д.

Загальновиробничі витрати ( $B_{ЗВ}$ ) визначаються в розмірі 130-250% від основної заробітної плати.

$$B_{ЗВ} = Z_o * \% B_{ЗВ} = 1248 * 1,3 = 1622,40 \text{ (грн.)} \quad (7.7)$$

					ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
						94
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Визначимо виробничу собівартість:

$$\begin{aligned} V_c &= Z_o + Z_d + H_b + M + O_M + B_{зв} = \\ &= 1248 + 124,80 + 302,02 + 639,1 + 27,20 + 1622,40 = 3963,52 \text{ (грн.)}. \end{aligned} \quad (7.8)$$

Адміністративні витрати можуть містити:

- витрати, пов'язані з управлінням підприємством;
- витрати на службові відрядження адміністрації підприємства;
- витрати на пожежну і сторожову охорону;
- витрати, пов'язані з підготовкою (навчанням) і перепідготовкою кадрів;
- витрати на перевезення працівників до місця роботи і назад;
- витрати на оплату відсотків за фінансові кредити, а також відсотків за товарні і комерційні кредити;
- витрати, пов'язані з оплатою відсотків за користування матеріальними цінностями, взятими в оренду (лізинг);
- витрати, пов'язані з оплатою послуг комерційних банків та інших кредитно-фінансових підприємств;
- податки, відрахування.

Адміністративні витрати ( $V_a$ ) визначаються в розмірі 140 - 200% від основної заробітної плати.

$$V_a = Z_o * \% V_a = 1248 * 1,4 = 1747,20 \text{ (грн.)}. \quad (7.9)$$

Витрати на збут ( $V_3$ ). Включають витрати на рекламу і предреализационная підготовку пристрою. Орієнтовно ці витрати визначаються в розмірі 5 - 10% від виробничої собівартості.

Тоді

$$V_3 = V_c * (5 - 10)\% = 3963,52 * 0,05 = 196,18 \text{ (грн.)}. \quad (7.10)$$

Повна собівартість пристрою ( $C$ ):

$$C = V_c + V_a + V_3. \quad (7.11)$$

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
						95
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

$$C = 3963,52 + 1747,20 + 196,18 = 5908,90 \text{ (грн.)}$$

Калькуляція собівартості виробу зводиться в таблицю 7.2.

Таблиця 7.2 - Калькуляція собівартості виробу, що розробляється

Найменування статей калькуляції	Величина, грн.
1. Основна заробітна плата	1248
2. Додаткова заробітна плата	124,80
3. Нарахування на заробітну плату	302,02
4. Матеріали та комплектуючі	639,1
5. Оренда машинного часу	27,20
6. Загальновиробничі витрати	1622,40
7. Адміністративні витрати	1747,20
8. Витрати на збут	196,18
Разом повна собівартість	5908,90

Розрахунок ціни пристрою. Розрахунок оптової ціни виробу проведемо за схемою «собівартість плюс прибуток»:

$$C_{\text{опт}} = C + П, \quad (7.12)$$

де  $C$  – собівартість пристрою;

$П$  – величина прибутку.

Прибуток визначається виходячи з нормативу рентабельності виробництва продукції:

$$R = (П / C) * 100\%, \quad (7.13)$$

де  $R$  - рентабельність продукції (продукту), приймається в розмірі до 35%.

$R = 10\%$ .

Тоді оптова ціна:

					ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
						96
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		



$$C_{\text{опт}} = C + (R * C / 100) = 5908,90 + 0,1 * 5908,90 = 6499,79 \text{ (грн.)} \quad (7.14)$$

Визначимо роздрібну ціну розробленого виробу:

$$C_{\text{розн}} = C_{\text{опт}} * 1,2 = 6499,79 * 1,2 = 7799,75 \text{ (грн.)}, \quad (7.15)$$

де 20% ПДВ.

Позитивні сторони даної методики полягають в її простоті, комплексної очевидності такої функції ціни як відшкодування витрат на виробництво та забезпечення прибутковості від створення та реалізації пристрою. Недолік даної методики полягає в тому, що вона недостатньо враховує ринкові чинники ціноутворення й, перш за все, попит. Однак, у реальній перехідній економіці існують ситуації, коли підприємствам доцільно її застосовувати: в умовах відсутності конкуренції (монополії), при обмеженні рентабельності продукції з боку держави, виконанні одноразових замовлень, при виготовленні оригінальної продукції.

Необхідно відзначити, що для встановлення реальної ціни, яка б відповідала умовам існуючого ринку, необхідні відповідні маркетингові дослідження.

					ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк
						97
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

## ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було розроблено систему обліку електроенергії яка функціонує на основі пакетної радіопередачі, тобто GPRS каналу передачі. Насьогодні вже існують технології збору, обробки, та передачі даних про облік електроенергії що функціонують на вже загальноприйнятому та сталому канал передачі - GSM. Було побудовано структурну, функціональну та принципову схему пристрою, завдяки якому власне і є можливість передавати дані через GPRS – GPRS модем. Основними перевагами даної системи є підвищення швидкості передачі даних, підвищення надійності – насамперед передачі та обробки інформації, можливість зберігання графіків навантаження на необхідний час та отримання даних за необхідністю.

Головною задачею розробленої системи є збір даних, в режимі реального часу, про облік електроенергії, що проходить через точку обліку, тобто лічильник, та потім передачу отриманих даних через GPRS-мережу за допомогою GPRS модему, оброблення отриманих даних на серверній стороні, зберігання та формулювання свого роду графіків на основі цих даних.

					<i>ЕлІТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		98

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Структура GPRS-мережі [Електронний ресурс] (2016) - <http://1234g.ru/2g/gprs/struktura-gprs>.
2. Архітектура GPRS-мережі [Електронний ресурс] (2015) - <http://unetway.com/tutorial/gprs-arhitektura/>
3. Відмінність GSM і GPRS [Електронний ресурс] (2017) - <https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-GSM-and-GPRS>
4. GPRS-мережа [Електронний ресурс] (2015) - [https://en.m.wikipedia.org/wiki/GPRS\\_core\\_network](https://en.m.wikipedia.org/wiki/GPRS_core_network)
5. GPRS-мережі, опис та характеристики [Електронний ресурс] (2001) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/1530-8677%28200101/03%291%3A1<77%3A%3AAID-WCM7>3.0.CO%3B2-N>
6. Бережна О.В. Про особливості шифрування в розподілених системах відображення числових даних / О.В. Бережна, О.А. Борисенко, М.М. Яковлев, О.О. Рахматоль, М.С. Фурса // Фізика, електроніка, електротехніка (ФЕЕ-2020). Матеріали та програма науково-технічної конференції. – Суми: СумДУ, 2019. - С.º90.
7. Сучасні інфокомунікаційні системи [Електронний ресурс] (2015) - <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=25589>
8. Особливості АСКОЕ [Електронний ресурс] (2015) - <https://elektro.guru/elektrooborudovanie/schetchiki/osobennosti-askue-matricy-ot-veduschego-proizvoditelya-rossii.html>
9. Автоматизована система обліку [Електронний ресурс] (2010) - <https://pue8.ru/uchet-elektroenergii/621-cozдание-avtomatizirovanno-j-sistemy-ucheta-i-upravleniya-potrebleniem-elektroenergii-v-italii.html>
10. Передача даних в АСКОЕ [Електронний ресурс] (2014) - <https://yaenergetik.ru/blog/automatic-meter-reading-circuit/3-cellular-network-technology-and-the-ethernet/>
11. Облік електроенергії [Електронний ресурс] (2016) - <http://rit.kh.ua/elementy-sistem-askue-i-ucheta-energoresursov/>

					ЕЛІТ 8.171.00.10.378 ПЗ	Арк <b>99</b>
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

12. Впровадження автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії [Електронний ресурс] (2018) - <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/2.-Dosvid-ASKUE.pdf>

13. GPRS – Overview [Електронний ресурс] - [https://www.tutorialspoint.com/gprs/gprs\\_overview.htm](https://www.tutorialspoint.com/gprs/gprs_overview.htm)

					<i>ЕліТ 8.171.00.10.378 ПЗ</i>	Арк
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		10