

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

«Мережевий пристрій для пакетної передачі даних»

Завідувач кафедри

А.С. Опанасюк

Керівник проекту

О.В. Бережна

Проектував студент

В.В. Безверщенко

Суми

2020 р.

Календарний план

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Огляд технічної літератури	21.04.20	
2.	Розробка алгоритму функціонування пристрою	30.04.20	
3.	Розробка схеми електричної структурної пристрою	07.05.20	
4.	Розробка схеми електричної функціональної пристрою	14.05.20	
5.	Розробка схеми електричної принципової пристрою	21.05.20	
6.	Оформлення графічної частини дипломного проекту	28.05.20	
7.	Оформлення пояснювальної записки	02.06.20	
8.	Рецензування та підготовка до захисту	05.06.20	

Студент-дипломник _____

Керівник проекту _____

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 67 аркушів, 36 рисунків, 2 таблиці, 18 джерел літератури.

Графічна частина роботи включає в себе: схему алгоритму пристрою, схему електричну структурну та схему електричну принципову.

Пояснювальна записка містить шість розділів: огляд літератури та постановку завдання; розробку алгоритму функціонування проектованого пристрою; розробку структурної схеми пристрою; розробку схеми електричної функціональної пристрою; розробку схеми електричної принципової пристрою; розробку програмного забезпечення пристрою.

Перший розділ містить аналіз принципів і технологій побудови та функціонування мереж мобільного зв'язку загального користування різних стандартів, обґрунтування вибору технології пакетної передачі даних та постановку завдання на проектування.

Другий розділ присвячений розробленню алгоритму функціонування проектованого пристрою.

Третій розділ присвячений розробленню структурної схеми пристрою.

В четвертому розділі розглядаються питання розроблення схеми електричної функціональної пристрою.

П'ятий розділ присвячений розробленню схеми електричної принципової пристрою.

В шостому розділі описується процедура розроблення програмного забезпечення пристрою.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ	7
1.1 Аналіз принципів і технологій побудови та функціонування мереж мобільного зв'язку загального користування різних стандартів	8
(GSM, UMTS, LTE).....	8
1.2 Вибір технології пакетної передачі даних	23
1.3 Постанова завдання.....	23
2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ	24
2.1 Опис роботи алгоритма модуля GSM/GPRS	27
3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ	30
3.1 Опис схем електричної структурної GPRS-модуля	30
4 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПРИСТРОЮ	45
5 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ ПРИСТРОЮ.....	49
5.1 Модуль SIM300С.....	49
5.2 Мікроконтролер АТmega8.....	50
5.3 Перетворювач USB< - >RS232 FT232	56
5.4 Опис схеми.....	59
6 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ.....	61
6.1 Функціональна схема організації програмно-математичного забезпечення GPRS-модему.....	61
6.2 Програмування мікроконтролера AVR АТmega8 за допомогою програми AVRDUDE_PROG 3.3.....	63
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	66
Додаток А	67
Перелік елементів	Ошибка! Закладка не определена.

					<i>ЕЛІТ 6.172.254 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Мережевий пристрій для пакетної передачі даних</i> <i>Пояснювальна записка</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
<i>Розробив</i>		<i>Безверщенко В.В.</i>					5	117
<i>Перевірив</i>		<i>Бережна О.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Опанасюк А.С.</i>			<i>СумДУ, ТК-61</i>			

широке поширення дозволяє використовувати міжнародний роумінг між операторами стільникового зв'язку. Причому саме можливість роумінгу (в тому числі і міжнародного) є головною відмінною рисою стандарту GSM від стандартів першого покоління.

Основним призначенням мережі GSM в країнах СНД є надання послуг стільникового рухомого зв'язку всім фізичним і юридичним особам. Мережа GSM забезпечує голосові з'єднання, послуги передачі даних (до 384 Кбіт/сек завдяки технології EDGE), передача коротких текстових повідомлень (SMS).

Свою назву мережі стільникового зв'язку отримали відповідно достільникового принципу організації зв'язку, згідно з яким зона обслуговування (територія міста або регіону) ділиться на деяке число осередків або сот (рис. 1.2).

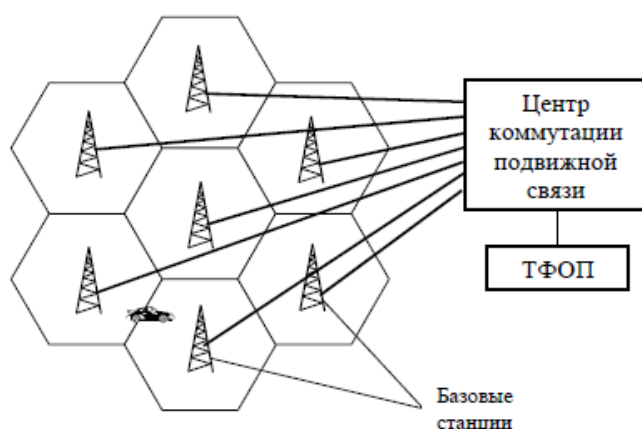


Рисунок 1.2 - Принцип організації мережі стільникового зв'язку

Осередки зазвичай схематично зображують у вигляді правильних шестикутників, які мають схожість з бджолиними сотами, це і послужило приводом назвати систему стільникової. Стільникова структура мережі безпосередньо пов'язана з принципом повторного використання частот, згідно з яким одні і ті ж частоти можуть повторюватися в осередках, віддалених один від одного на певну відстань. У центрі кожної стільниці розташована базова станція (БС), яка в межах свого осередку обслуговує всі рухомі станції. При переміщенні абонента з однієї комірки в іншу відбувається передача його обслуговування від однієї БС до іншої.

Комутація каналів базових станцій здійснюється в центрі комутації (ЦК), який підключається до телефонної мережі загального користування (ТФОП) на правах крайової або установчо-виробничої телефонної станції.

Насправді осередки ніколи не бувають суворої геометричної форми.

Реальні межі осередків мають вигляд неправильних кривих, що залежать від умов поширення і загасання радіохвиль, тобто від рельєфу місцевості обслуговуваної території, щільності забудови та інших факторів (рис. 1.2). Крім того, в межах зони впевненого прийому часто мають місце області, в яких прийом сигналу не можливий (тіньові зони). Відповідно положення базової станції лише приблизно збігається з центром комірки, який складно визначити однозначно. Якщо на БС використовуються спрямовані антени, то БС фактично виявляються на кордонах осередків.

У цифрових системах стільникового зв'язку (наприклад GSM) використовується поняття «система базової станції» (СБС), в яку входить контролер базової станції (КБС) і кілька базових приймальних станцій (БППС), як показано на рисунку 1.3.

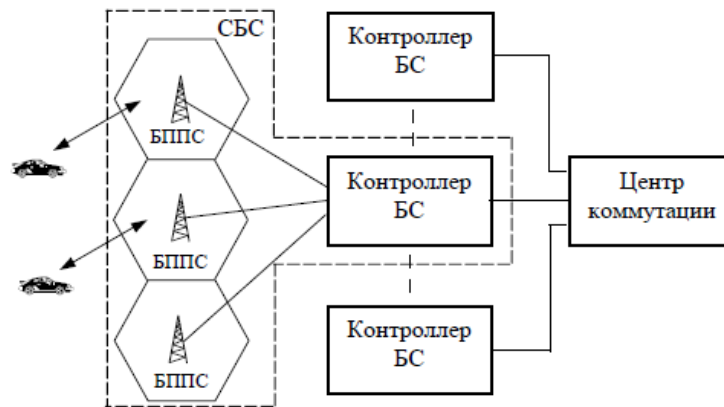


Рисунок 1.3 - Система базової станції (СБС)

Один контролер може управляти декількома БППС і виконує наступні функції: управляє розподілом радіоканалів; контролює з'єднання і регулює їх черговість; забезпечує режим роботи з стрибкає частотою, модуляцію і демодуляцію сигналів, кодування і декодування повідомлень. Три БППС, які підключаються до одного загального КБС, можуть обслуговувати кожна свій 120-градусний сектор, а шість БППС з одним КБС – шість 60-градусних секторів.

Структура центру комутації.

Центр комутації є «мозковим» центром і одночасно диспетчерським пунктом системи стільникового зв'язку. На ньому замикаються потоки інформації з усіх БС. Через ЦК здійснюється вихід на інші мережі зв'язку-телефонну мережу загального користування, супутникову мережу зв'язку або на інші стільникові мережі. До складу ЦК входить кілька процесорів (контролерів)

договору на обслуговування для різних абонентів може бути передбачено надання різних наборів послуг. Тут же фіксується місце розташування абонента для організації його виклику і реєструються фактично надані послуги.

Гостьовий реєстр (гостьовий реєстр розташування-Visitor Location Register, VLR) містить приблизно такі ж відомості про абонентів-гостей, тобто про абонентів, зареєстрованих в іншій мережі стільникового зв'язку, але користуються в даний час послугами зв'язку в даній мережі того ж стандарту.

Центр аутентифікації (Authentication Center) забезпечує процедури аутентифікації (перевірки автентичності) абонентів і шифрування повідомлень.

Реєстр апаратури (реєстр ідентифікації апаратури – Equipment Identity Register) містить відомості про експлуатованих рухомих станціях на предмет їх справності і санкціонованого використання. Зокрема, в ньому можуть відзначатися вкрадені абонентські апарати, а також апарати, що мають технічні дефекти, наприклад, є джерелами перешкод неприпустимо високого рівня. Як і в базовій станції, в центрі комутації передбачається резервування основних елементів апаратури, включаючи джерело живлення, процесори і бази даних.

Бази даних часто не входять до складу центру комутації, а реалізуються у вигляді окремих елементів. Крім того, пристрій центру комутації може бути істотно різним у виконанні різних фірм-виробників. Якщо інтерфейс між центром комутації і базовими станціями не відповідає загальноприйнятому стандарту, або такий загальноприйнятий стандарт взагалі відсутній, виникає необхідність використовувати базові станції і центр комутації однієї і тієї ж фірми-виробника.

Структуру рухомої станції (мобільного терміналу) можна розділити на три основні блоки (рис. 1.5):

- антенний блок;
- блок керування;
- приймально-передавальний блок.

- демодулятор виділяє з модульованого радіосигналу кодований сигнал, що несе інформацію;
- направляє її на логічний блок; прийнята інформація перевіряється на наявність помилок, і виявлені помилки по можливості виправляються;
- декодер мови відновлює надходить на нього з кодера каналу сигнал мови, переводячи його в природну форму, з властивою йому надмірністю, але в цифровому вигляді;
- цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) перетворює прийнятий сигнал мови в аналогову форму і подає його на вхід Динаміка;
- еквалайзер служить для часткової компенсації спотворень сигналу внаслідок багатопроменевого поширення; він є адаптивним фільтром, що настроюється по навчальній послідовності символів, що входить до складу переданої інформації; в деяких випадках блок еквалайзера може бути відсутнім.

У приймальний блок також входить логічний блок і синтезатор частот. Логічний блок - це мікрокомп'ютер зі своєю оперативною і постійною пам'яттю і здійснює управління роботою рухомою станцією. Синтезатор є джерелом коливань несучої частоти, використовуваної для передачі інформації по радіоканалу.

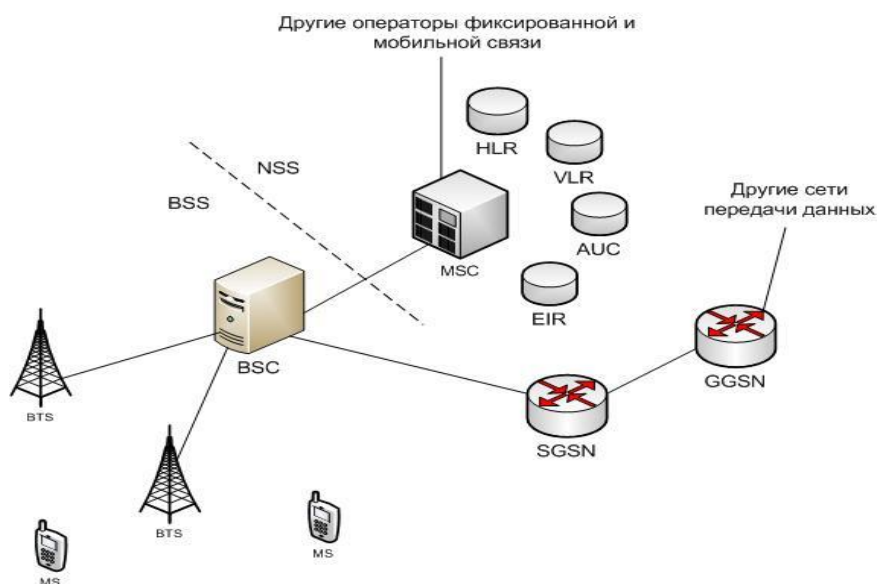


Рисунок 1.6 - Основні елементи, що входять до складу системи GSM

Опорна мережа GSM (Базова мережа, GSM core network, також NSS від network and switching subsystem — підсистема мережі і комутації) — ключовий компонент стільникових мереж стандарту GSM, централізована частина мережі,

- маршрутизація пакетів між MS і пакетною мережею (Internet) з використанням протоколу тунелювання GTR.

GGSN (Gateway Support Node) - шлюзовий вузол. На GGSN покладаються наступні функції:

- забезпечення інтерфейсу між SGSN, яких може бути кілька, в залежності від конфігурації мережі, і зовнішніми мережами з комутацією пакетів. Тобто взаємодія GGSN з SGSN має здійснюватися відповідно до протоколів, визначених специфікаціями ETSI, а взаємодія GGSN із зовнішніми мережами - відповідно до протоколів, що використовуються цими мережами;

- виділення IP адрес MS на час реалізації послуги;

- забезпечення необхідних параметрів QoS за рахунок управління доступними ресурсами і встановлення черговості пакетів.

Слід зазначити, що впровадження технології GPRS вимагає не тільки введення нових компонент, але і модернізації програмного забезпечення HLR і VLR, так як в них додатково повинна міститися інформація (профілі) про послуги з передачі інформації в режимі комутації пакетів.

Введення нових компонент і розширення функціональних можливостей вимагають використання нових протоколів на інтерфейсах між впроваджуваними компонентами, а також між впроваджуваними компонентами і вже існуючими.

1.1.3 Цифрова технологія бездротової передачі даних для мобільного зв'язку EDGE (2.75 G)

Технологія EDGE є черговим кроком у розвитку GSM-мереж і функціонує як надбудова над 2G і 2.5 G (GPRS)-мережами. Мета впровадження нової технології-підвищення швидкості передачі даних і більш ефективного використання радіочастотного спектру. З появою EDGE в GSM-мережах Фази 2 + існуючі параметри GPRS і HSCSD значно поліпшуються завдяки змінам передачі сигналу на фізичному рівні (модуляція і кодування) і новим алгоритмам радіообміну при передачі даних. Самі технології GPRS і HSCSD не змінюються і можуть працювати паралельно з EDGE. Поряд з аббревіатурою EDGE можна зустріти і термін EGPRS (Enhanced GPRS — «покращений» GPRS), що позначає використання сервісу GPRS з новим фізичним рівнем EDGE. Далі ми будемо розглядати EDGE тільки стосовно GPRS, оскільки технологія HSCSD не була

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

поширення у нас.

Теоретична межа швидкості передачі даних в радіоканалі при використанні EGPRS становить 473,6 кбод, в той час як з GPRS — тільки 160 кбод. Високі значення швидкості досягаються завдяки новому способу модуляції і застосування зміненого методу передачі радіосигналу, стійкого до помилок. Крім того, зміни торкнулися алгоритмів адаптації до якості каналу.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що EDGE є доповненням до GPRS і не може існувати окремо. З точки зору споживача, GPRS розширює можливості GSM-мережі, в той час як EDGE покращує технічні параметри GPRS.

Стосовно інфраструктури GSM-мережі, EGPRS вимагає внесення змін до базових станцій. При цьому використовується вже існуюче ядро GSM-інфраструктури, і впровадження EDGE означає лише установку додаткового обладнання (рис. 1.7).

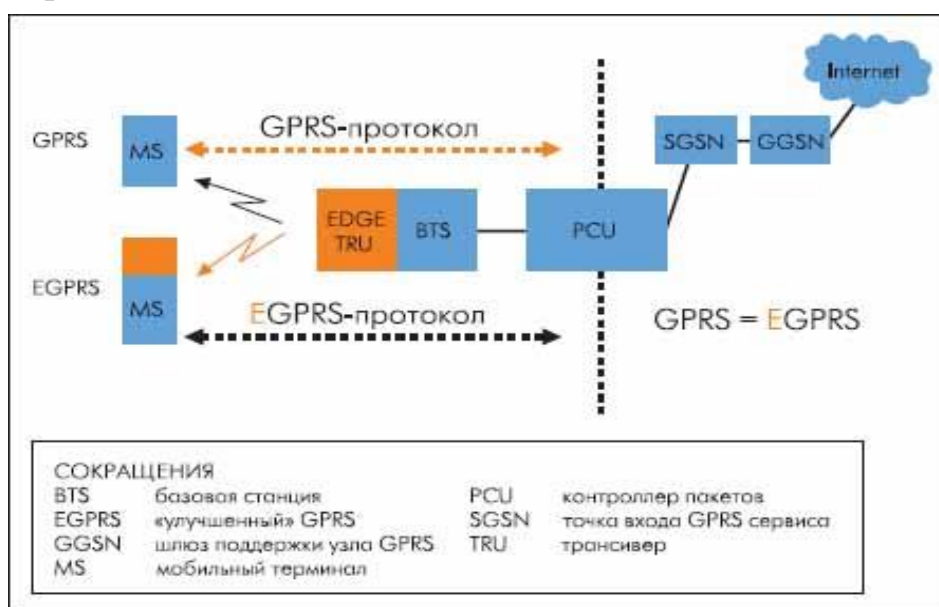


Рисунок 1.7 - Зміни в інфраструктурі GSM-мережі при впровадженні EDGE

Параметри EDGE.

У таблиці 1.1 наведені основні технічні характеристики технологій GPRS і EDGE.

Таблиця 1.1 - Порівняння технічних параметрів GPRS і EDGE

	GPRS	EDGE
Модуляція	GMSK	8-PSK/GMSK
Символьна швидкість	270 ксим/с	270 ксим/с
Швидкість біткової модуляції	270 кбит/с	810 кбит/с
Швидкість передачі даних в радіоканалі на один тайм слот	22,8 кбит/с	69,2 кбит/с
Швидкість передачі даних користувача на один тайм слот	20 кбит/с (CS4)	59,2 кбит/с (MCS9)
Швидкість передачі даних користувача на 8 тайм слотів	160 кбит/с	473,6 кбит/с

1.1.4 Універсальна система мобільного зв'язку UMTS(3G)

Стандарти третього покоління прийшли на зміну стандартам 2G. Їх поява обумовлена збільшеними потребами абонентів в швидкості передачі даних. Завдяки доступу до швидкісного мобільного інтернету, абоненти зможуть слухати музику онлайн, обмінюватися фотографіями і відео. 3G також дає можливість комфортно грати в онлайн-ігри, передавати потокове відео.

Стандарт UMTS (Universal Mobile Telecommunications System - універсальна система мобільного зв'язку) знайшов найбільше поширення серед інших стандартів цього покоління на території Європи. Розробка стандарту UMTS почалася в 1992 році організацією зі стандартизації IMT-2000. Згодом розробка цього стандарту була доручена 3GPP. Перша мережа UMTS була запущена в комерційну експлуатацію 1 грудня 2001 року в Норвегії. До травня 2010 року число абонентів перевищує за 540 мільйонів по всьому світу.

1.1.5 Високошвидкісна пакетна передача даних від базової станції до мобільного телефону HSDPA (3.5 G)

Цей стандарт так само можна віднести до першого покоління мереж 3G, але він вже значно швидше UMTS. Пропускна здатність в початковій версії HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) склала 1,8 Мбіт/с, але найбільшого поширення, в тому числі і в Росії, отримала друга версія HSDPA зі швидкістю до 3,6 Мбіт/с. Було випущено досить багато 3G модемів саме з такими швидкісними характеристиками. Багато з цих "динозаврів" використовуються до цих пір. Наступним розвитком стандартна HSDPA стало досягнення швидкості 7,2 Мбіт/с, а потім 14,4 Мбіт/с. Це вже цілком непогані швидкості, але слід розуміти,

Ще не у всіх великих містах розгорнуті мережі четвертого покоління LTE, а телекомунікаційні компанії вже будують плани щодо сервісів п'ятого покоління (5G). Наприклад, Японська NTT DoCoMo вважає, що запуск таких мереж стане можливий в 2020 році: в порівнянні з LTE вони забезпечать стократне збільшення швидкості передачі даних і тисячократне зростання пропускної здатності. В 2012 році кількість стільникових абонентів - власників смартфонів становила 1,2 млрд. до 2018-го їх число, за прогнозами, зросте до 4,5 млрд. Мобільний трафік в період між першими кварталами 2012-го і 2013-го збільшився вдвічі, а до кінця 2018-го підскочить ще в 12 разів.

Зростання числа мобільних пристроїв з веб-підключенням призведе до різкого підвищення навантаження на канали передачі даних і породить потребу в збільшенні швидкості. Рішенням проблеми якраз і повинні стати мережі 5G.

Дослідники виділяють п'ять основних напрямків у сценарії розвитку систем зв'язку наступного покоління. Це багаторазове збільшення швидкості в порівнянні з 4G / LTE, можливість надання якісних послуг навіть в самих густонаселених районах, підтримання стабільного зв'язку з великою кількістю пристроїв з веб-підключенням (мова йде про "Інтернет речей"»), висока якість сервісів для кінцевих користувачів і мінімальні затримки.[1],[16]

Еволюція пропускної здатності і спектральної ефективності різних поколінь стільникового зв'язку показана на рис. 1.8.

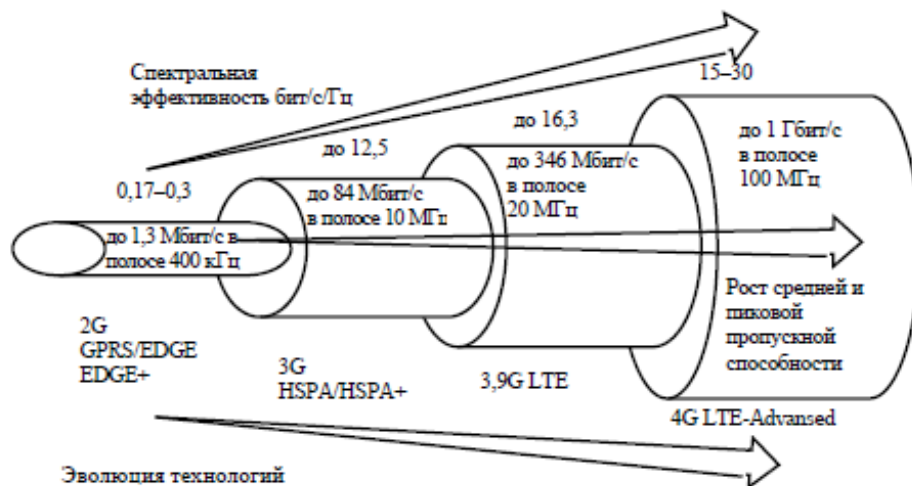


Рисунок 1.8 – Еволюція пропускної здатності і спектральної ефективності різних поколінь стільникового зв'язку

2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИБОРУ

Схема алгоритму роботи GPRS-модуля наведена на рисунку 2.1.

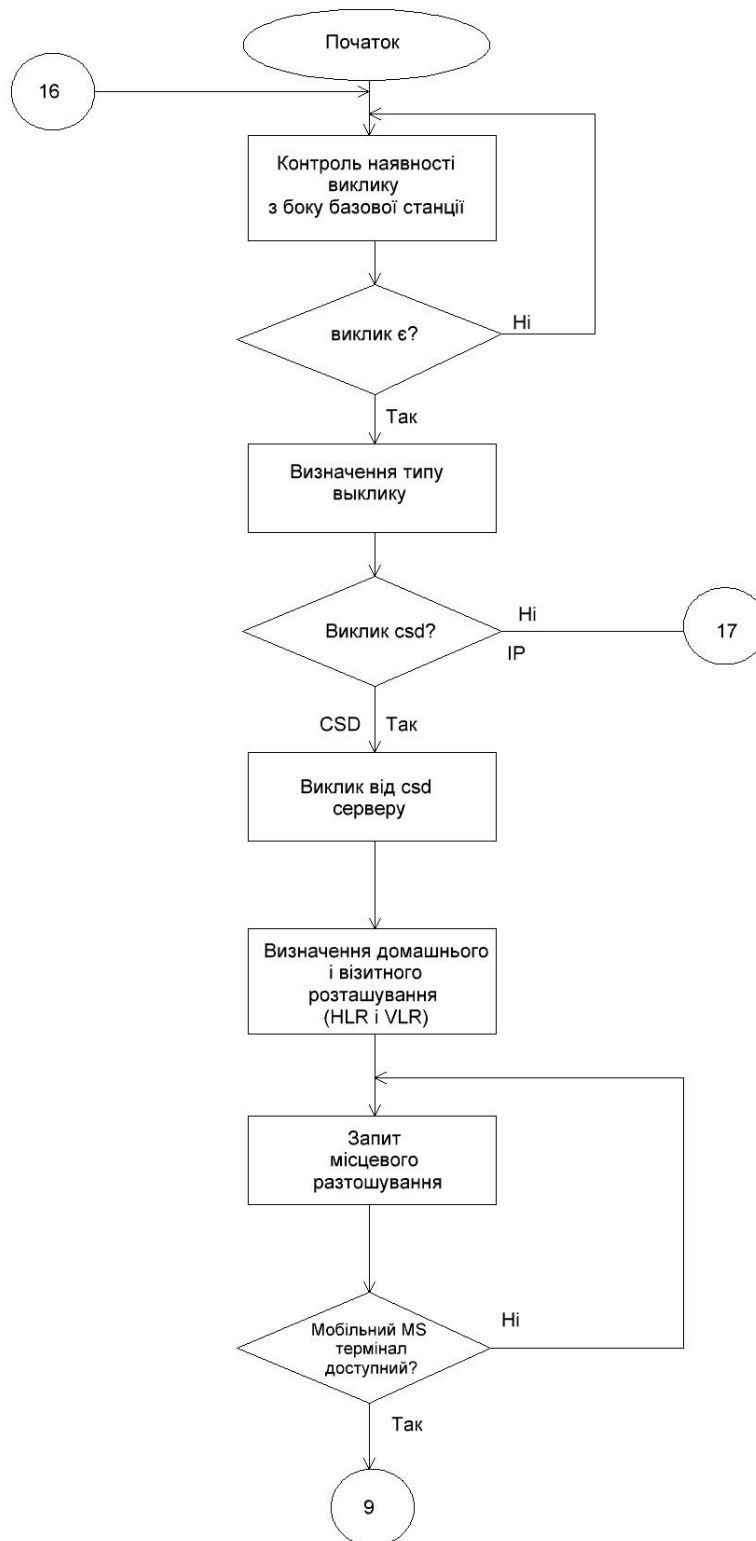
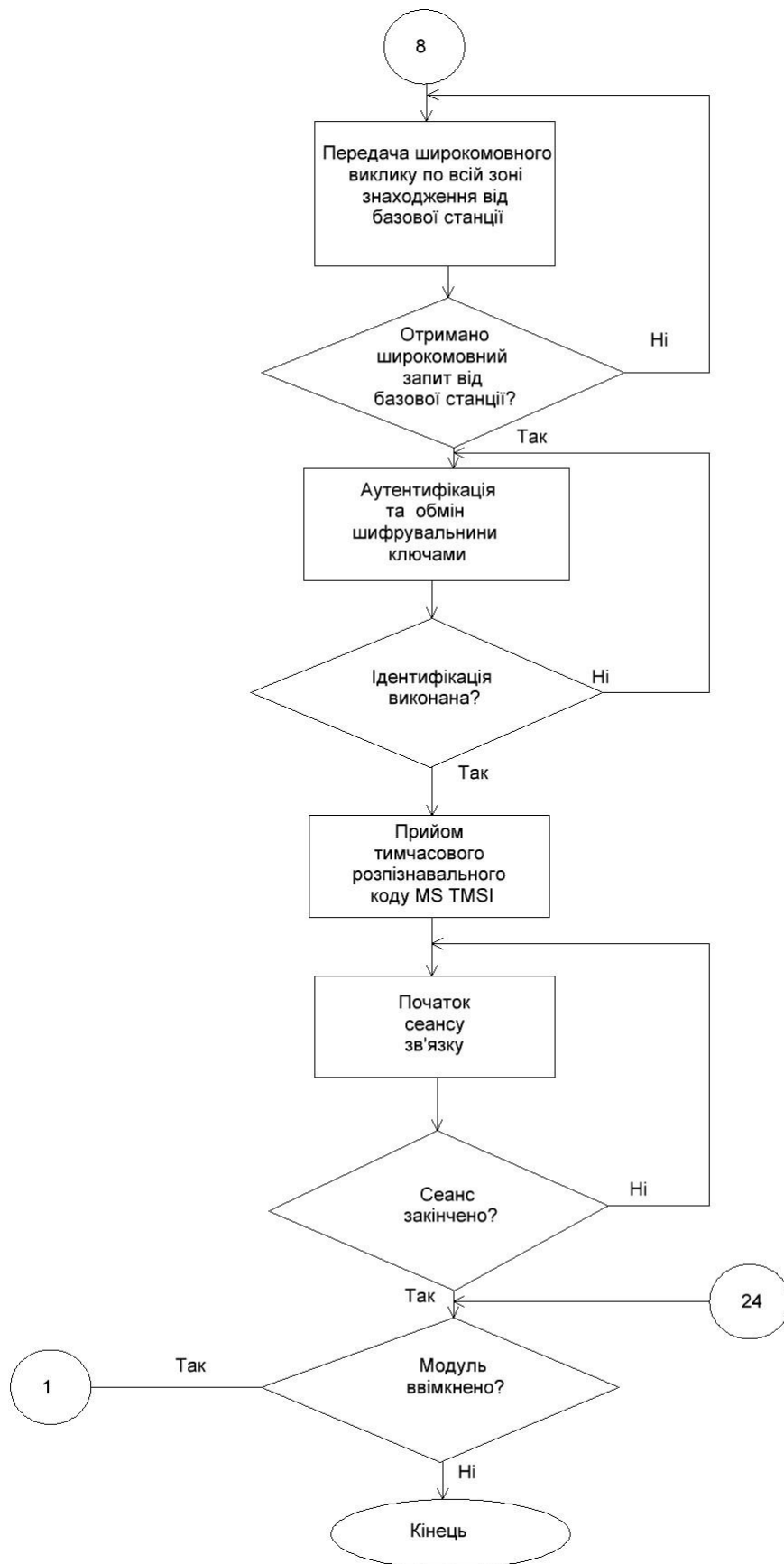


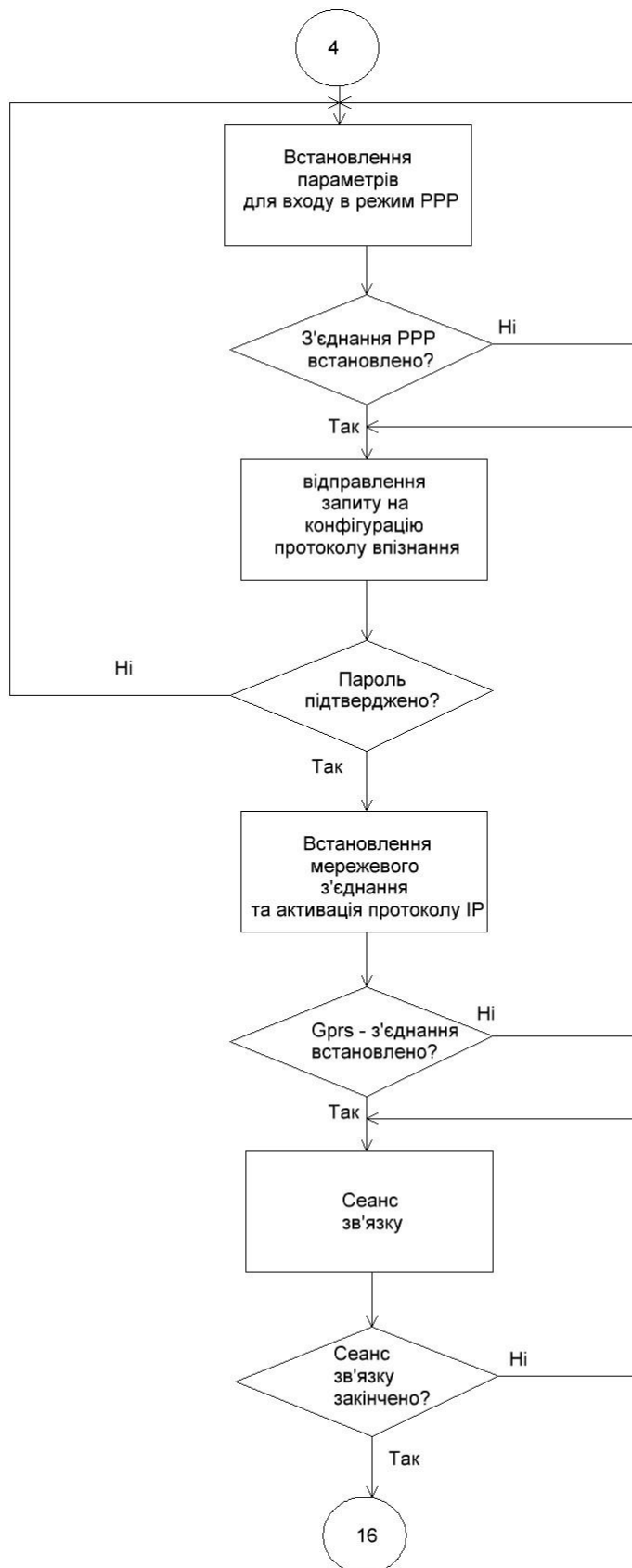
Рисунок 2.1 – Схема алгоритму роботи GPRS-модуля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Продовження рисунку 2.1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Продовження рисунку 2.1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

У відповідності до завдання на дипломне проектування був розроблений алгоритм функціонування мережевого пристрою для пакетної передачі даних.

2.1 Опис роботи алгоритма модуля GSM/GPRS

Приклад описує обслуговування виклику від абонента стаціонарної мережі до абонента мобільної мережі GSM (рис. 2.2).

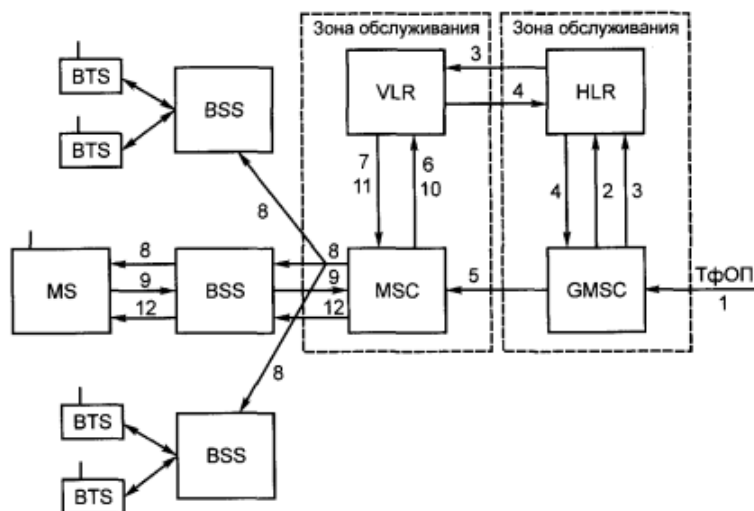


Рисунок 2.2 – Обслуговування виклику від абонента стаціонарної мережі до абонента мобільної мережі GSM

Порядок дій наступний:

1. Вхідний дзвінок надходить від ТфОП на вхід шлюзу MSC (GMSC Gateway MSC).
2. На основі міжнародного розпізнавального коду (IMSI) абонента, що викликається, визначається домашній регістр місцеположення (HLR).
4. Цей номер передається назад в HLR GMSC.
5. Потім з'єднання перемикається до відповідного MSC.
6. MSC виробляє запит VLR.
7. Тепер VLR робить запит зони розташування LA і стану (доступності) мобільного абонента. Якщо MS відзначена як доступна, то виконується п. 8.
8. Передається широкомовний виклик по всій зоні знаходження, записаної в VLR.
9. Мобільний абонентський телефон відповідає на широкомовний запит з поточної радіосоти.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

10. Після цього виконуються всі необхідні процедури безпеки (аутентифікація та обмін шифрувальними ключами). Якщо вони виконані успішно, то виконується п.11.

11. VLR вказує MSC, що виклик закінчений, і передає MSC тимчасовий розпізнавальний код мобільної станції TMSI (рис. 2.3).

12. MSC передає TMSI до MS і інформує про початок роботи. На рис. 2.3 відображений процес зміни номерів в процесі встановлення вхідного виклику.

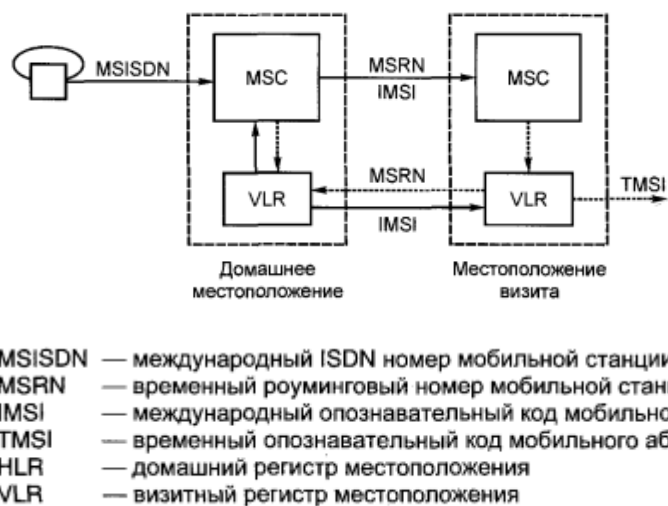


Рисунок 2.3 – Принцип зміни номера при встановленні вхідного виклику

Послуги на основі протоколу IP.

Всі протоколи, що підтримують IP як базу, можуть бути реалізовані в GPRS. IP може бути запущений на протоколі PPP, як найбільш широко підтримує різні операційні системи і задовольняє вимогам GPRS.

Крім PPP може бути використаний протокол-L2, який також може переносить фрейми IP.

Приклад реалізації IP поверх PPP. Наступний приклад показує функціональність IP поверх PPP, використовуваної в мобільній станції. Приклад описує логічні операції по встановленню з'єднання PPP, впізнанню(аутентифікацію) при встановленні зв'язку і конфігурування IP.

Кожен інтерфейс в точці R може підтримувати тільки одне з'єднання PPP і кожне з'єднання PPP може підтримувати тільки одну IP сесію. Отже, в режимі PPP може бути активований тільки один IP PDP контекст на інтерфейс точки R. множинний віртуальний інтерфейс (комунікаційний порт) може бути реалізований на стандарті PCMCIA і отже для такої карти можна реалізувати

3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ

На підставі огляду літератури та опису алгоритму функціонування пристрою розроблена структурна схема GPRS-модуля.

Схема електрична структурна GPRS-модуля наведена на рисунку 3.1.

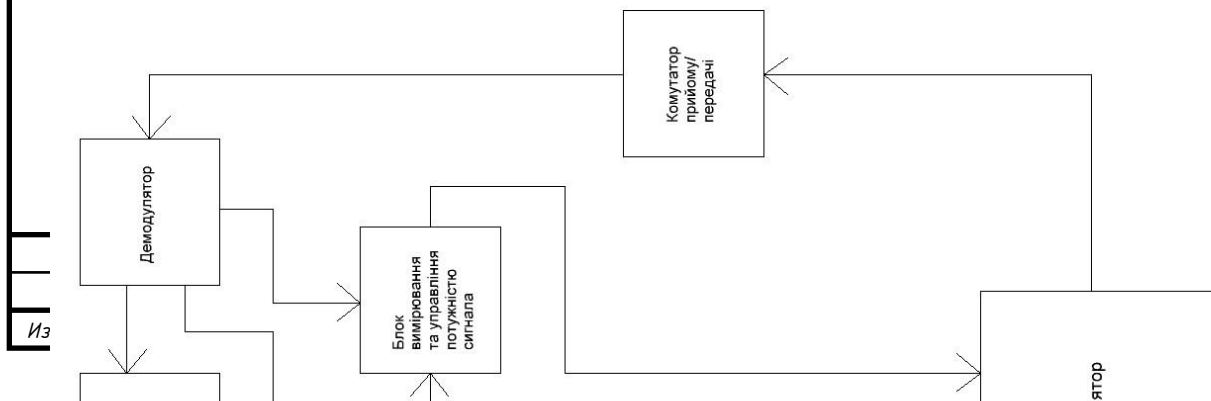
3.1 Опис схем електричної структурної GPRS-модуля

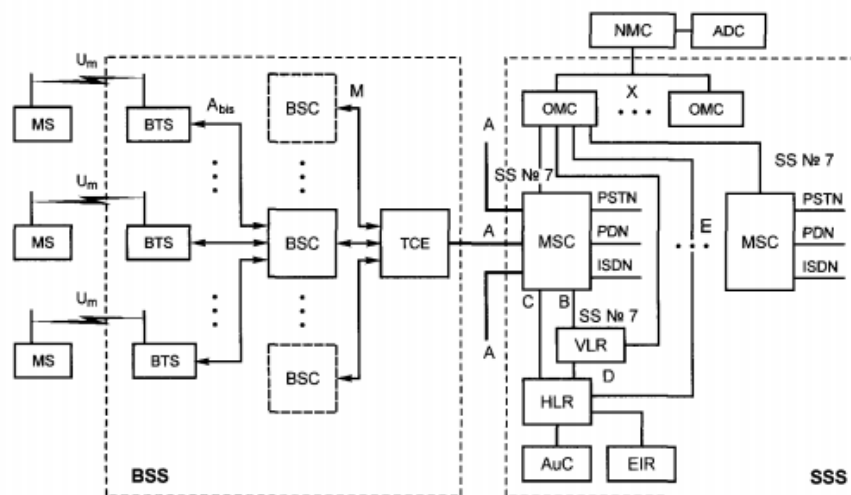
Мережа GSM складається з декількох функціональних об'єктів, функції та інтерфейси яких показані на рис. 3.2. На цьому рисунку представлені всі компоненти, описані в цьому розділі. Мережа GSM включає три основні частини. Мобільні станції (MS), які переміщуються з абонентом. Підсистема базових станцій (BSS), яка управляє радіолінією зв'язку з мобільною станцією. Підсистема комутації (SSS), головна частина якої - центр комутації мобільний зв'язку. (MSC), виконує комутацію між мобільними станціями і між мобільними або стаціонарними мережевими користувачами. MSC також керує роботою, пов'язаною з пересуванням абонента. На рис. 3.2 не показаний Центр обслуговування, який спостерігає за надійним функціонуванням і змінами в мережі. Мобільна станція і підсистема базових станцій зв'язуються по інтерфейсу Um, також відомому як "повітряний інтерфейс" або радіолінія зв'язку. Підсистема базових станцій взаємодіє з центром комутації мобільного зв'язку по А-інтерфейсу.

Мобільна станція (MS) складається з рухомої апаратури (термінал) і карти з інтегральною схемою, що включає мікропроцесор, яка називається модулем абонентської ідентифікації (SIM - Subscriber Identification Module). SIM-карта забезпечує при переміщенні доступ користувача до оплачених послуг незалежно від використовуваного терміналу. Вставляючи SIM-карту в інший термінал GSM, користувач може приймати виклики, робити виклики з цього терміналу і отримувати інші послуги. Рухома апаратура однозначно визначається за допомогою міжнародного розпізнавального коду (ідентифікаційного номера) мобільного обладнання (IMEI - International Mobile Equipment Identity).

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

					<i>ЕліТ 6.172.254 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31





ADC	Administration Center	Административный центр
AuC	Authentication Center	Центр аутентификации
BTS	Base Transceiver Station	Базовая приемо-передающая станция
BSC	Base Station Controller	Контроллер базовой станции
BSS	Base Station System	Подсистема базовой станции
EIR	Equipment Identification Register	Регистр идентификации оборудования
HLR	Home Location Register	Домашний регистр местоположения
ISDN	Integrated Services Digital Network	Цифровая сеть с интеграцией служб
MS	Mobile Station	Мобильная станция
MSC	Mobile Switching Center	Центр коммутации мобильной связи
NMC	Network Management Center	Центр управления сетью
OMC	Operation and Maintenance Center	Центр эксплуатации и технического обслуживания
PDN	Packet Data Network	Сеть пакетной коммутации
PSTN	Public Switched Telephone Network	Телефонная сеть общего пользования
SSS	Switching Subsystem	Коммутационная подсистема
VLR	Visit Location Register	Визитный регистр местоположения
TCE	Transcoder Equipment	Транскодер

Рисунок 3.2 – Архитектура мережі та інтерфейси GSM

SIM-карта містить міжнародний розпізнавальний код мобільного абонента (IMSI-International Mobile Subscriber Identity), який використовується для ідентифікації абонента, секретний код для посвідчення справжності та іншу інформацію. IMEI і IMSI незалежні з метою забезпечення найбільш ймовірного розпізнавання особи і обладнання при пересуванні абонента. SIM-карта може бути захищена проти неправомірного використання паролем або особистим номером.

У мобільному зв'язку канали трафіку доступні будь-якому абоненту. Тому в процесі встановлення з'єднання може бути обраний будь-який канал, до якого може бути підключена станція. Оскільки у вільному стані абонентська лінія не має зв'язку з каналами трафіку, вона потребує каналу управління, наприклад, для передачі сигналу «виклик» (setup), номера абонента і т.п. тому для передачі запиту мережі на встановлення з'єднання застосовується канал, спрямований від

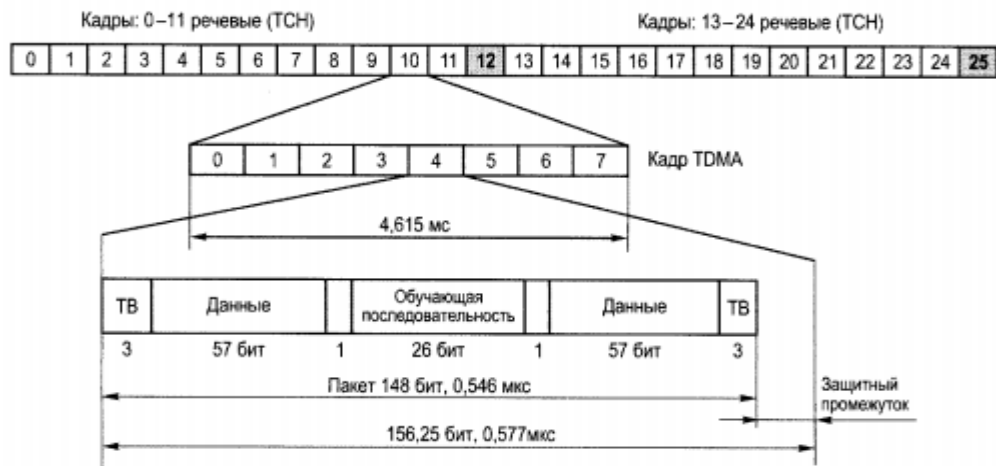


Рисунок 3.6 – Структура кадрів трафіку радіодоступу системи GSM

Мультикадр трафіку містить 26 кадрів TDMA, кожен з яких складається з 8 пакетів (burst *) трафіку. Тривалість мультикадра - 120 мс. Тому тривалість кадрів- $120 \text{ мс}/26 = 4,615 \text{ мс}$, а тривалість Тимчасового положення (слота) трафіку дорівнює $120/(26 \times 8) = 0,577 \text{ мкс}$. З 26 кадрів 24 використовуються для трафіку, один (12 - й кадр) використовується як низькошвидкісний виділений канал управління (Sacch-Slow Associated Control Channel) і один (25-й) в даний час не використовується. Пакет містить:

- два поля даних по 57 біт, тобто в одному пакеті міститься 114 біт; - поле навчальної послідовності. Ця послідовність використовується для оцінки характеристик радіоканалу. Вона являє собою набір заздалегідь заданих знаків, по спотворенню яких визначають якість радіоканалу;
- "хвостові біти" ТВ (tail Bits), розташовані по краях одного блоку і вказують його межі. Вони захищають інформацію при зсуві слота;
- однобітові поля, що представляють собою прапорці, які визначають тип інформації.

Пакет може використовуватися як для передачі трафіку, так і для передачі кадрів управління. Кадри сигналізації розглянуті далі. ТСІ прямого і зворотного напрямку розділені в часі на 3 періоди передачі пакета. Тому мобільна станція не може одночасно отримувати і приймати інформацію по одному і тому ж каналу, що спрощує схемну частину. Дані передаються в пакетах, які поміщені в слоти. Загальне число бітів в мультикадрі трафіку одно $156,25 \times 8 \times 26 = 32500$ бітів. Ці біти передаються за час 120 мсек. Тому швидкість передачі інформації - $270,833 \text{ Кбіт/с}$ ($32500/0,12 = 270833 \text{ біт/с}$) час передачі одного біта - $3,69 \text{ МКС}$. Щоб

нейтралізувати вплив помилок в налаштуванні часу, пакет даних повинен бути трохи коротше ніж часовий інтервал. Він становить для одного пакета 148 з 156,25 бітів, що передаються в межах слота. На додаток до каналів ТИС з повною швидкістю можуть застосовуватися канали ТИС з напівшвидкістю, які фактично можуть подвоїти ємність системи, так як в них передбачається кодування мови зі швидкістю 11,4 Кбіт/с замість 22,8 Кбіт/с. Напівшвидкісні ТИС також використовуються для передачі сигналів управління. Вони зветься автономними виділеними каналами управління (SDCCI - Stand-alone Dedicated Control Channels). Використання напівшвидкісного кодування збільшує число слотів до шістнадцяти. При цьому в парних кадрах мультикадра міститься інформація слотів 0 ... 7, а в непарних-8 ... 15.

Перетворення мови. Рис. 3.7 відображає послідовність дій при перетворенні мови в радіосигнал і зворотному перетворенні.



Рисунок 3.7 – Послідовність дій при перетворенні мови в радіохвилі і зворотному перетворенні

Канальне кодування і модуляція. Через вплив природних або штучних електромагнітних перешкод закодована мова або дані, що передаються по радіоінтерфейсу, повинні бути захищені від помилок. Стандарт GSM використовує згорткове кодування (convolution encoding) і чергування блоків (Block interleaving). Конкретні алгоритми відрізняються для мови і для різних швидкостей передачі даних. Розглянемо Мовний кодер-декодер, який формує блок довжиною 260 бітів для кожних 20 тимчасових відліків мови кожні 20 мс (рис. 3.8).

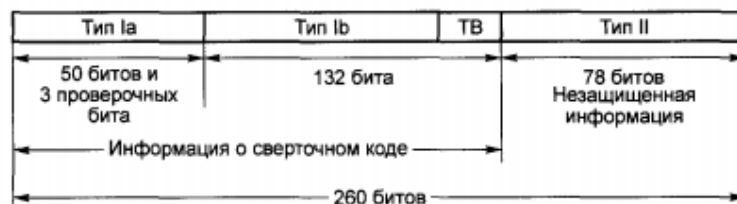


Рисунок 3.8 – Один відлік мовного сигналу

Бит исходной последовательности 0	0	}	01
	$0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$		
Бит исходной последовательности 1	1	}	10
	$1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$		
Бит исходной последовательности 0	0	}	00
	$0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$		
Бит исходной последовательности 1	1	}	10
	$1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$		
Бит исходной последовательности 1	1	}	11
	$1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$		
Бит исходной последовательности 0	0	}	01
	$0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$		
Бит исходной последовательности 0	0	}	01
	$0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$		

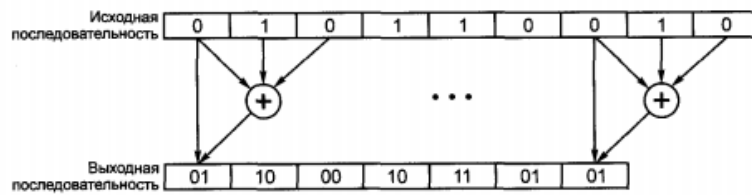


Рисунок 3.9 – Виконання наступної послідовності дій і приклад послідовностей даних для згорткового кодування з параметрами: довжина обмеження коду $k=3$ і швидкість кодування $r = 1/2$

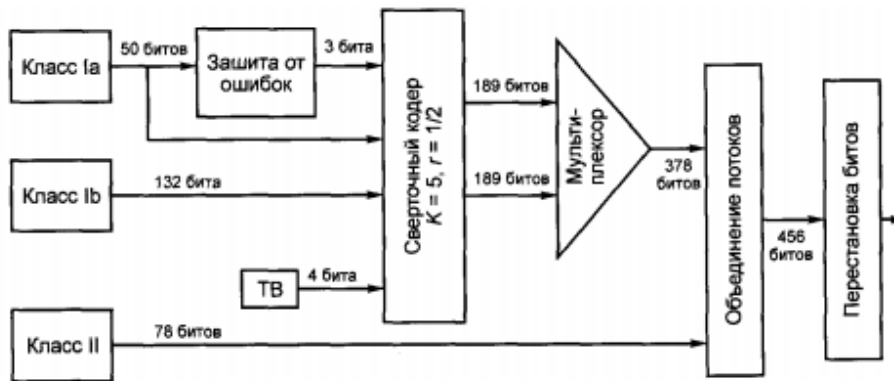


Рисунок 3.10 – Принцип кодування пакету трафіку

GMSK відрізняється тим, що імпульси вхідної послідовності згладжуються за допомогою фільтра нижніх частот і приводяться до форми гауссовської кривої. Така форма забезпечує більш низький рівень позаполосного випромінювання і зменшує вплив на сусідні канали. Однак цей спосіб модуляції в порівнянні з іншими має меншу спектральну ефективність. Наприклад, він дозволяє

передавати близько 0,7 біт / с на Гц (теоретична спектральна ефективність для квадратурної фазової маніпуляції дорівнює 2 біт/с на Гц) і збільшує енергетичні витрати. Спосіб GMSK був обраний як компроміс між спектральною ефективністю, складністю передавача і зменшенням побічного випромінювання. Складність передавача пов'язана з споживаною потужністю, яка повинна бути мінімальна для рухомої станції. Побічне випромінювання в заданій ширині смуги повинно суворо управлятися, щоб обмежити перешкоди від сусіднього каналу і забезпечити співіснування GSM і старих аналогових систем (по крайній мере, в даний час). Для оцінки правильності передачі 50 бітів, чутливих до помилок (клас Ia), використовується надмірність у вигляді трьох бітів, які виходять вже раніше розглянутими методами з використанням полінома $G(X) = X^3 + X + 1$. При виявленні помилок порушений блок замінюється образом попереднього блоку для виключення перешкод в розмові (шерехи і тріски). Для декодування згорткового коду застосовується алгоритм Вітербі. Він полягає в тому, що одержувана частина вхідної послідовності (наприклад 2 біта) аналізується для того, щоб отримати всі можливі вихідні послідовності, з яких вона може бути отримана. З таких послідовностей вибирається найбільш "правдоподібна" (згідно ймовірності переходу). Обґрунтування цього методу вимагає досить складного математичного апарату, тому наведемо посилання на одне з джерел, яке відрізняється доступним викладом.

Перестановка/деперестановка. Шифрування/дешифрування.

Перестановка (перемежування) інформації - це зміна позицій блоків інформації відносно один одного, яке дозволяє рознести стоять поруч символи, що належать одному і тому ж повідомленням. При цьому групові помилки перетворюються в поодинокі і ефективно виправляються, наприклад згортковим декодером. Є кілька алгоритмів перестановки (перемежування). Наприклад, алгоритм перестановки блоків інформації відповідно до таблиці (табличне перемеження), алгоритм діагонального перемеження і т. д. Нижче розглянуто один найбільш простий алгоритм, який використовується найчастіше в поєднанні з іншими. Принцип перестановки в даному випадку полягає в тому, що временні відліки в стандарті GSM довжиною 456 бітів (для повної швидкості передачі мови) розбиваються на 8 груп по 57 бітів. Кожна така група передається в різних пакетах трафіку і в різних кадрах. Біти в кожному пакеті пронумеровані і розділені на парні і непарні.

						<i>ЕліТ 6.172.254 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			42

Відповідно до цього вони включаються в різні пакети трафіку. Принцип перестановки інформації показаний на рис. 3.11.

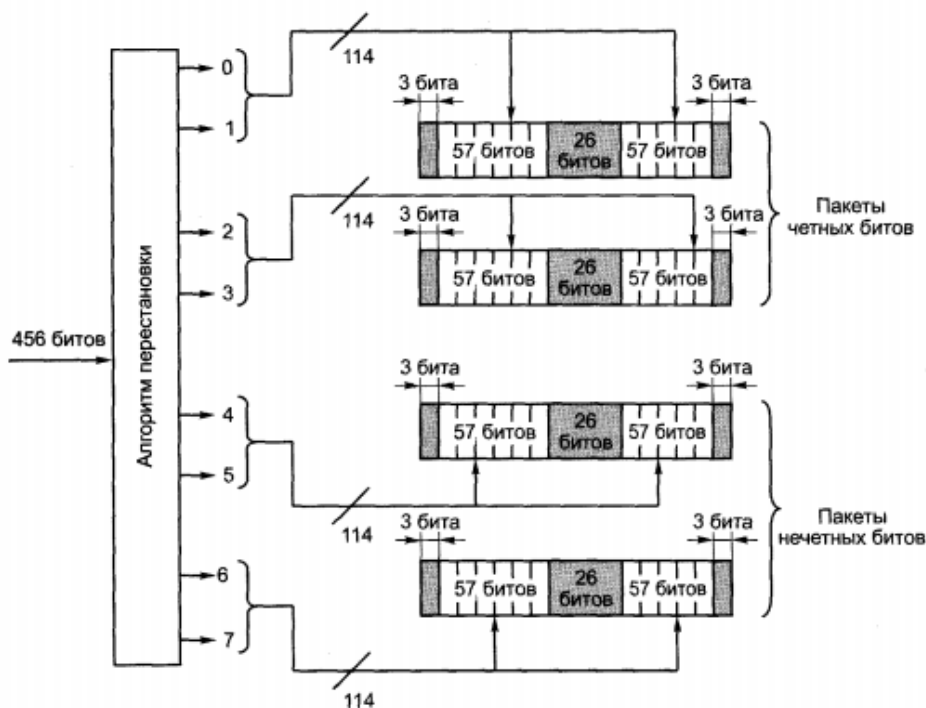


Рисунок 3.11 – Принцип перестановки інформації

Основний недолік принципу перестановки - це затримка на накопичення пакетів інформації, їх перестановку і передачу. У стандарті GSM Захист інформації представлена засобами шифрування переданих даних. Метод шифрування не залежить від типу переданих даних (мова, призначені для Користувача дані або повідомлення сигналізації). Шифрування застосовується тільки до нормальних пакетів (normal burst). Шифрування здійснюється перетворенням за допомогою операції "виключає АБО". Ця операція проводиться між псевдовипадковою багаторазовою послідовністю і 114 корисними бітами нормального пакета (всі інформаційні біти крім двох контрольних прапорів). Псевдовипадкова послідовність формується на основі номера пакета і сеансового ключа (session key). Ключ встановлюється на початку сеансу шляхом обміну сигналами між приймачем і передавачем і використовується тільки протягом одного сеансу зв'язку. Після закінчення сеансу ключ автоматично стирається. Розшифровка використовує той же самий ключ шифрування. Управління потужністю відповідно до пікової потужністю передавача існує п'ять КЛАСІВ рухомих станцій з номіналами потужності 20, 8, 5, 2, і 0,8 Вт. Щоб знизити міжканальні перешкоди і зберегти енергію

електроживлення приладу, приймачі мобільних станцій і базові станції працюють на найнижчій потужності, яку вибирають, виходячи з необхідності підтримки прийнятної якості сигналу. Потужність передавача може підбиратися шляхом ступінчастого збільшення або зменшення її значення на 2 дБ щодо пікового.

Управління потужністю. Відповідно до пікової потужністю передавача існує п'ять КЛАСІВ рухомих станцій з номіналами потужності 20, 8, 5, 2, і 0,8 Вт. Щоб знизити міжканальні перешкоди і зберегти енергію електроживлення приладу, приймачі мобільних станцій і базові станції працюють на найнижчій потужності, яку вибирають, виходячи з необхідності підтримки прийнятної якості сигналу. Потужність передавача може підбиратися шляхом ступінчастого збільшення або зменшення її значення на 2 дБ щодо пікового. Рухома станція вимірює потужність і якість сигналу (засноване на коефіцієнті бітових помилок - BER) і передає інформацію на контролер базової станції (BSC), який, в кінцевому рахунку, вирішує, чи змінити і коли змінити рівень потужності. Управління потужністю повинно здійснюватися з урахуванням впливу на сусідні станції і зони, оскільки воно може стати причиною нестійкої роботи мережі. У зоні цієї станції є сусідні рухомі станції, які збільшують свою потужність у відповідь на збільшення міжканальних перешкод, викликаних іншими рухомими станціями, що може привести до відмови мережі. Практично це явище малоймовірно, воно знаходиться в стадії вивчення.[6],[7]

					<i>ЕліТ 6.172.254 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

4 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПРИБРОЮ

Однією з найсерйозніших і актуальних завдань при створенні автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії і тепла є організація каналів передачі даних від різних датчиків і лічильників до пристроїв збору інформації, включаючи диспетчерський або білінговий центри. Функціональна схема бездротової системи передачі телеметричної інформації на основі GPRS-модему показана на рис. 4.1. Центром системи є сервер маршрутизації та збору даних з встановленим на ньому спеціалізованим програмноматематичним забезпеченням (СПМО).

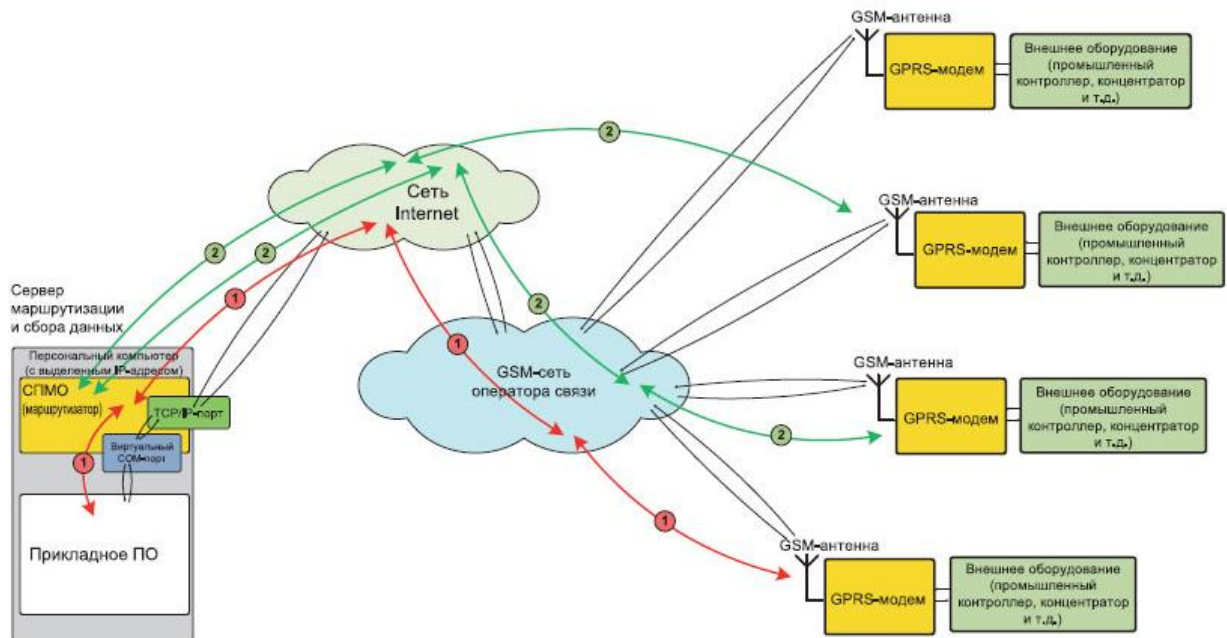


Рисунок 4.1 – Функціональна схема бездротової системи передачі телеметричної інформації на основі GPRS-модему

Канали прийому / передачі різної телеметричної інформації в прозорому або пакетному режимі реалізуються за допомогою GPRS-модемів, що встановлюються в місцях розташування зовнішнього обладнання.

GPRS-модеми реєструються в стільниковій мережі оператора GSM-зв'язку, що підтримує послугу пакетної передачі даних GPRS. За допомогою цієї послуги кожен модем отримує доступ в інтернет.

Диспетчерський комп'ютер також має доступ в Інтернет, при цьому неважливо, за якою технологією, — головне, щоб у нього був постійний адресу.

Спеціалізоване програмно-математичне забезпечення відкриває TCP / IP-порт, встановлює TCP / IP-з'єднання з GPRS-модемами і здійснює маршрутизацію даних в системі.

Слід розрізняти два способи організації обміну даними в системі.

У разі, коли обмін даними потрібно здійснити між декількома модемами і СПМО на диспетчерському комп'ютері (без зв'язку між модемами), СПМО системи забезпечує прозорий канал обміну даними між модемами і прикладним програмним забезпеченням (ПЗ), встановленим на тому ж комп'ютері. Потік даних в цьому випадку показаний на рис. 4.1 стрілками з цифрами 1.

Прямий зв'язок між двома модемами в системі неможлива, оскільки при кожному виході в інтернет модеми отримують різні IP-адреси і не можуть встановити пряме TCP/IP-з'єднання один з одним. Якщо в системі потрібен зв'язок між окремими модемами, то вона здійснюється за допомогою маршрутизації: кожен з модемів встановлює TCP/IP з'єднання з СПМО комп'ютера, що має заздалегідь відомий і постійний IP-адреса, а вже СПМО направляє дані необхідного адресату. Потік даних в цьому випадку показаний на рис. 4.1 стрілками з цифрами 2.

В обох випадках система забезпечує прозорий дуплексний канал обміну даними між зовнішнім обладнанням. Прозорість в даному випадку означає, що прикладне ПЗ спілкується безпосередньо із зовнішнім обладнанням, як якщо б це обладнання було підключено безпосередньо до послідовного порту комп'ютера. Іншими словами, технологія передачі даних повністю прихована від прикладного ПЗ і зовнішнього обладнання. Це дозволяє будувати системи віддаленого збору даних на типовому дротовому обладнанні без модифікації самого обладнання і без змін в прикладному ПЗ.

Розглянемо більш детально елементи системи. Для кожного зареєстрованого в системі GPRS-модему СПМО при старті створює буфер вхідних і вихідних даних, що дозволяє згладжувати наслідки можливих розривів зв'язку з модемом. Буфер накопичує і зберігає дані протягом всього сеансу роботи СПМО. При підключенні GPRS-модему по протоколу TCP / IP створюється об'єкт "інтернет-каналу", що зберігає структури і змінні, відповідальні за роботу з модемом через Інтернет. Відразу ж після підключення відбувається перевірка наявності накопичених даних для цього модему. Якщо такі дані присутні в буфері, вони відразу ж передаються в модем через об'єкт

«інтернет-каналу». СПМО включає в себе драйвер модему, який являє собою бібліотеку функцій і типів для управління роботою з GPRS-модемом через TCP/IP-з'єднання і обслуговування буфера даних.

На рис. 4.2 представлена функціональна схема роботи СПМО в режимі маршрутизації між двома GPRS-модемами. У такому варіанті приходять з GPRS-модему № 1 дані зчитуються за допомогою драйвера, обробляються і розшифровуються об'єктом «інтернет-каналу», а потім передаються в буфер даних. При появі в буфері нових даних вони передаються в буфер GPRS-модему № 2, і, якщо модем підключений до TCP/IP-порту, дані кодується і передаються в модем об'єктом «інтернет-каналу». Аналогічним чином маршрутизуються дані від GPRS-модему № 2 до модему № 1.

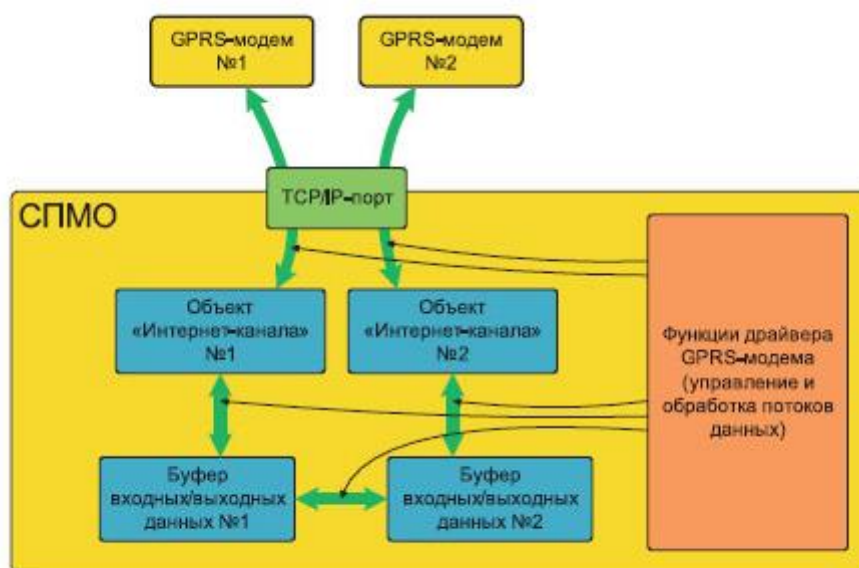


Рисунок 4.2 – Функціональна схема роботи СПМО в режимі маршрутизації між двома GPRS-модемами

На рис. 4.3 представлена функціональна схема роботи СПМО в режимі маршрутизації між віртуальним портом і GPRS-модемом. В даному випадку приходять від прикладного ПО через віртуальний COM-порт дані поміщаються в буфер модему. Якщо модем підключений по TCP / IP, то дані кодується і передаються в модем об'єктом «інтернет-каналу». Дані, що приходять від GPRS-модему, зчитуються і розшифровуються об'єктом "інтернет-каналу" і буферизуються. Потім з буфера вони направляються у віртуальний COM-порт.

Основною одиницею системи є GPRS-модем, функціональна схема якого наведена на рис. 4.4.

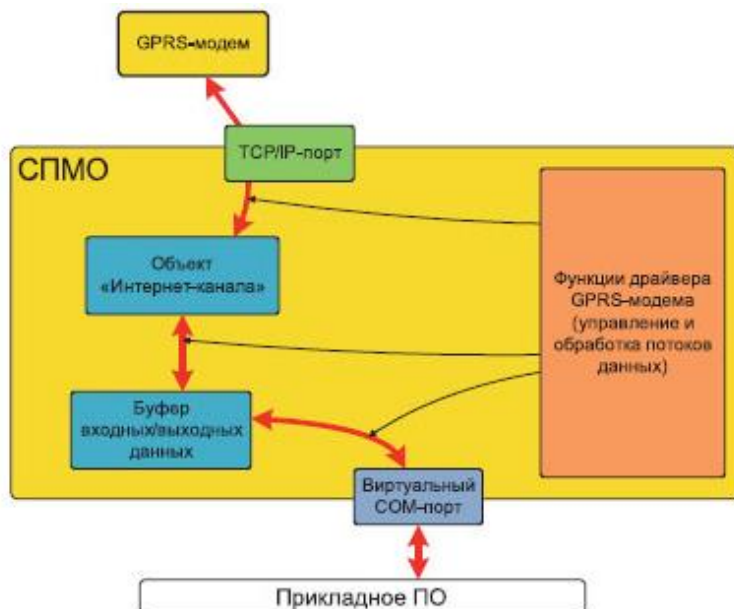


Рисунок 4.3 – Функціональна схема роботи СПМО в режимі маршрутизації між віртуальним портом і GPRS-модемом

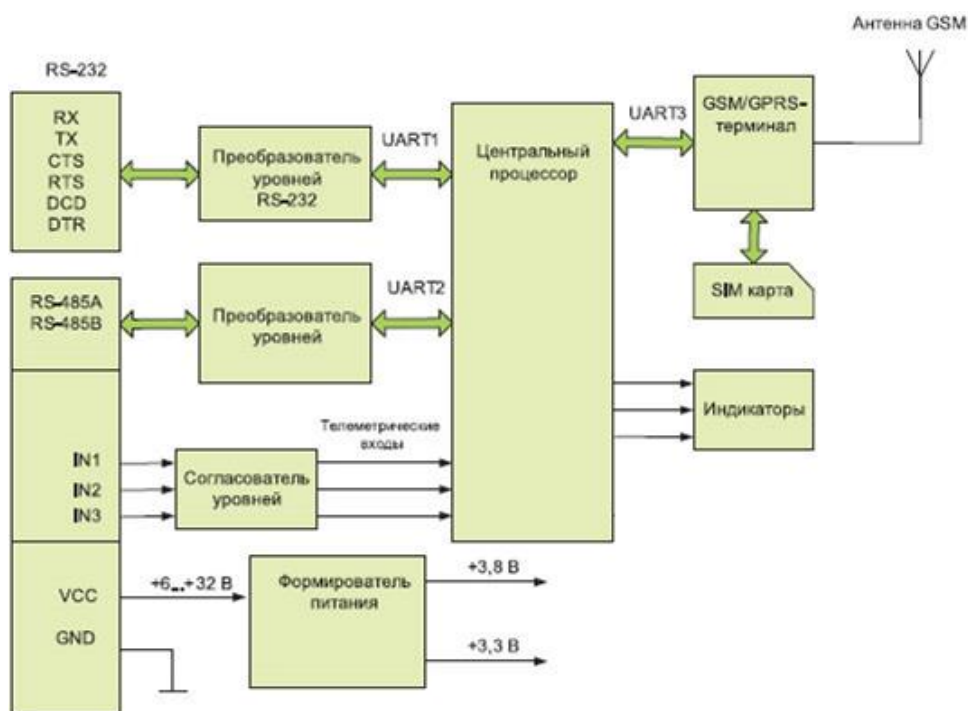


Рисунок 4.4 – Функціональна схема GPRS-модему

При взаємодії кінцевого обладнання системи з її диспетчерським центром використовується протокол взаємодії, який є спрощеною реалізацією високорівневої процедури передачі даних, що отримала в літературі назву High-Level Data Link Control (HDLC).

5 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ ПРИСТРОЮ

Грунтуючись на розроблених блок-схемах, структурних схемах, схем виводів, схем включення, алгоритму роботи, розробляємо принципову електричну схему (Додаток А).

5.1 Модуль SIM300C

Керуючись інформацією про структуру та алгоритм роботи модуля, побудовано електричну схему підключення модуля SIM300C.

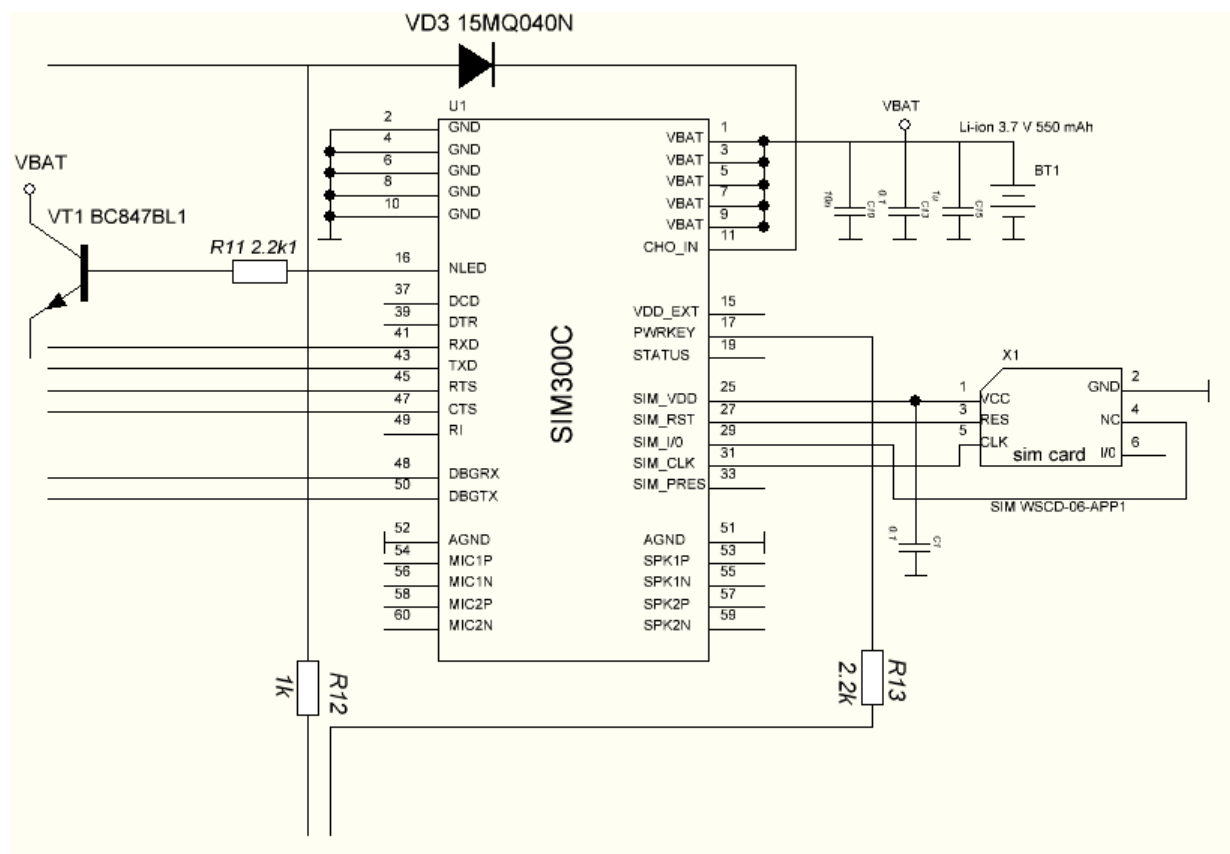


Рисунок 5.1 – Електрична схема підключення модуля GSM/GPRS SIM300C

Основні технічні характеристики SIM300C:

- Діапазон частот: GSM-GPRS 900/1800/1900 МГц; сумісність з GSM phase 2/2.
- Випромінювана потужність: Class 4 (2 Вт 900МГц) ; Class 1 (1 Вт 1800МГц).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- Управління модулем :АТ команди. (GSM 07.07, 07.05, SIMCOM)
- Передача голосу: Кодеки FR / EFR / HR; функції зниження шуму.
- Два аудіо Канали: Трубка; гарнітура.
- Пересилання даних:GPRS Class 10/8 B; CSD до 14.4 кбіт / с ах Group 3; Class 1 вбудований TCP / IP протокол.
- Додаткові функції: функції роботи з SIM картою SIM Application Toolkit; наявність вбудованого таймера реального часу; моніторинг;температури модуля; функція заряду акумулятора.
- Струм споживання: в режимі очікування 23 мА: в режимі передачі <470 мА; максимальний струм 2 А.
- Напруга живлення від 3.4 до 4.5 В.[8],[9]

5.2 Мікроконтролер АТmega8

Мікроконтролер АТmega8 виконаний за технологією CMOS, 8-розрядний, мікропотребляючий, заснований на AVR-архітектурі RISC.

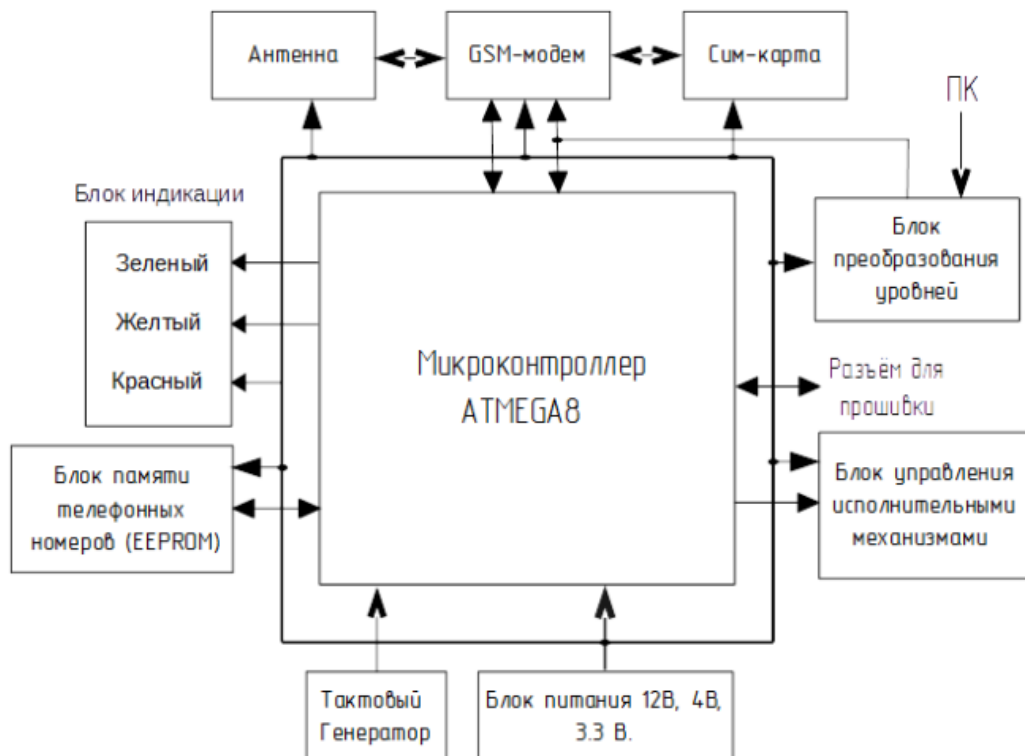


Рисунок 5.2 – Структурна схема модема

Виконуючи одну повноцінну інструкцію за один такт, АТmega8 досягає

продуктивності 1 MIPS на МГц, дозволяючи досягти оптимального співвідношення продуктивності і споживаної енергії.

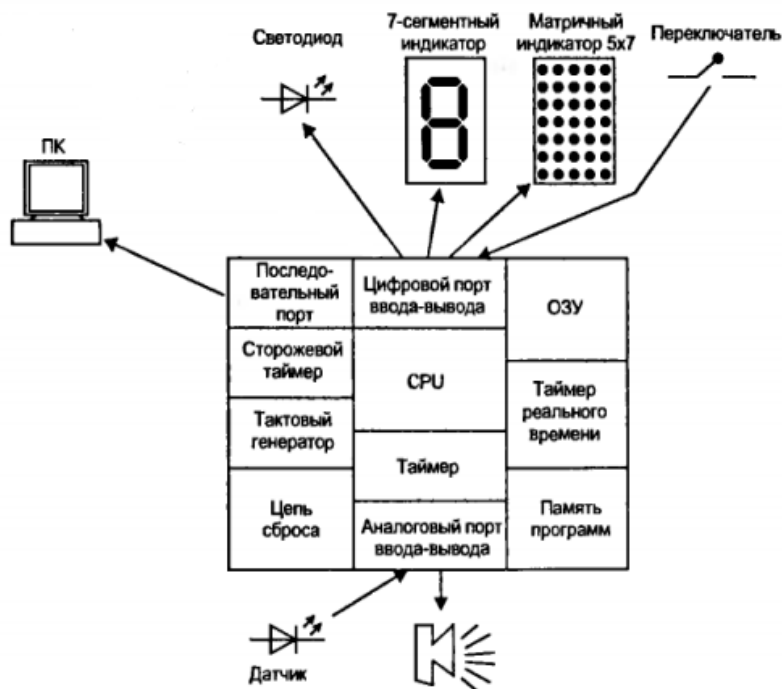


Рисунок 5.3 – Структура мікроконтролера і приклади застосування

Технічні параметри:

- пам'ять для програм становить 8 Кб з можливістю перезаписати 10 000 разів;
- 512 байт флеш-пам'яті для зберігання змінних (100 000 циклів перезапису);
- 1 Кб ОЗП і 32 регістра загального призначення;
- два 8-розрядних Таймера / лічильника з роздільним прескалером, режим порівняння;
- 16-розрядний Таймер / лічильник з роздільним прескалером, режим порівняння, режим захоплення;
- таймер реального часу з незалежним генератором;
- 3 канали ШІМ;
- 6 каналів 10-розрядного АЦП;
- двопровідний послідовний інтерфейс;
- програмований послідовний USART;
- інтерфейс SPI з режимами Master / Slave;

- програмований сторожовий таймер з окремим незалежним генератором;
- вбудований аналоговий компаратор;
- скидання при включенні живлення, програмований захист від провалів живлення;
- вбудований калібрований генератор RC;
- обробка внутрішніх і зовнішніх переривань;
- 5 режимів зі знизеним енергоспоживанням: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, I Standby;
- напруга живлення 4.5-5.5 В;
- тактова частота 0-16 МГц;
- 23 порти введення / виводу, об'єднаних в 3 групи:
 1. Порт В (PB0-PB7): Два висновки (PB6 і PB7) використовуються для підключення кварцового резонатора. Висновки PB2-PB5 зарезервовані для внутрішньосхемного програмування. Таким чином, для загального застосування залишаються порти PB0 і PB1.
 2. Порт С (PC 0-PC6: 7 висновків): порти PC0 - PC5 можна використовувати в якості аналогових входів. PC6 зазвичай використовується для скидання.
 3. Порт D (PD0-PD7: 8 виводів): ці порти можна використовувати для загального застосування.

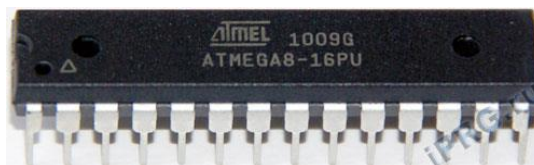


Рисунок 5.4 – Зовнішній вигляд Мікроконтролер ATmega8

На рис. 5.5 представлена блок-схема мікропроцесора ATmega 8A AU. Ядро Atmel AVR об'єднується з робочими регістрами загального призначення. Всі 32 регістри безпосередньо пов'язані з арифметичним логічним пристроєм (ALU), дозволяючи двом незалежним регістрам отримати до нього доступ за один цикл. ATmega8A надає наступні можливості: 8 Гбайт вбудованої програмованої флеш-пам'яті з функцією Read While-Write, 512 байт EEPROM, 1К байт SRAM, 23 лінії введення-виведення загального призначення, 32 робочих регістра загального призначення.

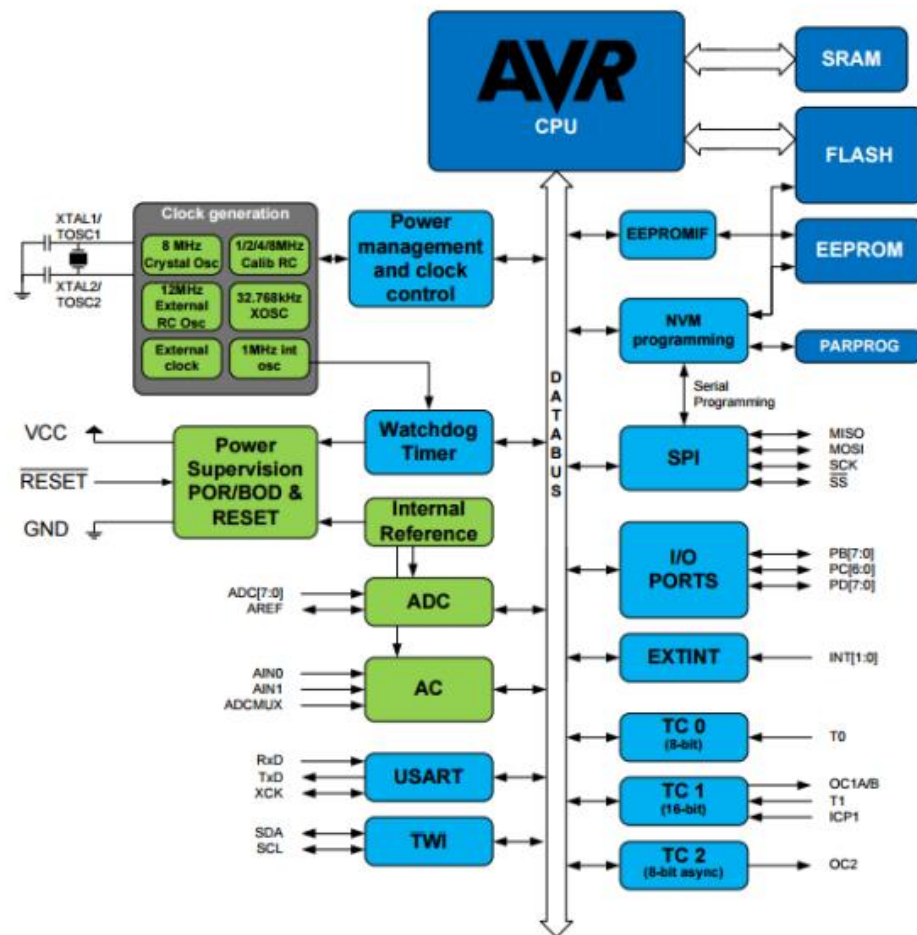


Рисунок 5.5 – Блок-схема мікропроцесора

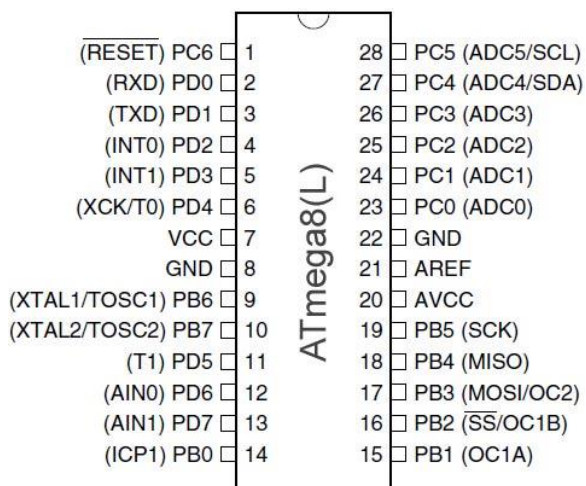


Рисунок 5.6 – Схема виводів мікроконтролера ATmega8L

Опис виводів мікроконтролера ATmega8:

Живлення:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

№ Назва Тип Опис

7 Vcc вхід напруга живлення від +4.5 до +5.5 В

8,22 GND вхід загальний (земля)

20 AVcc вхід напруга живлення + 5 В для модуля АЦП

21 ARef вхід вхід опорної напруги для АЦП

Порт В:

№ Назва Тип Опис

14 PB0 Вхід / Вихід цифровий порт PB0

14 ICP1 вхід захоплення входу 1

15 PB1 Вхід / Вихід цифровий порт PB1

15 Oc1a вихід вихід порівняння / ШИМ 1А

16 Pb2 Вхід / Вихід цифровий порт PB2

16 Oc1b вихід вихід порівняння / ШИМ 1В

16 SS вхід вхід Slave для SPI

17 PB3 Вхід / Вихід цифровий порт PB3

17 OC2 вихід вихід порівняння / ШИМ 2

17 Mosi Вхід / Вихід Вхід даних в режимі Slave для SPI і ISP / вихід даних в режимі Master для SPI і ISP

18 Pb4 Вхід / Вихід цифровий порт PB4

18 Miso Вхід / Вихід Вхід даних в режимі Master для SPI і ISP / вихід даних в режимі Slave для SPI і ISP

19 Pb5 Вхід / Вихід цифровий порт PB5

19 SCK Вхід / Вихід тактовий вхід в режимі Slave для SPI і ISP / тактовий вихід в режимі Master для SPI і ISP

9 Pb6 Вхід / Вихід цифровий порт PB6 при роботі від вбудованого генератора

9 XTAL1 вхід тактовий вхід, кварцовий або керамічний резонатор

9 TOSC1 вхід не використовується при роботі від зовнішнього генератора

10 Pb7 Вхід / Вихід цифровий порт PB7 при роботі від вбудованого генератора

10 XTAL2 Вхід для підключення кварцового або керамічного резонатора

10 TOSC2 вихід тактовий вихід при роботі від вбудованого генератора

					ЕліТ 6.172.254 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Порт C:

№ Назва Тип Опис

23 PC0 Вхід / Вихід цифровий порт PC0

23 ADC0 вхід аналоговий вхід канал 0

24 PC1 Вхід / Вихід цифровий порт PC1

24 ADC1 вхід аналоговий вхід канал 1

25 PC2 Вхід / Вихід цифровий порт PC2

25 ADC2 вхід аналоговий вхід канал 2

26 PC3 Вхід / Вихід цифровий порт PC3

26 ADC3 вхід аналоговий вхід канал 3

27 PC4 Вхід / Вихід цифровий порт PC4

27 ADC4 вхід аналоговий вхід канал 4

27 Sda Вхід / Вихід канал даних для 2-проводового послідовного інтерфейсу

28 PC5 Вхід / Вихід цифровий порт PC5

28 ADC5 вхід аналоговий вхід канал 5

28 SCL вихід тактовий вихід для 2-проводового послідовного інтерфейсу

1 PC6 Вхід / Вихід цифровий порт PC6

1 RESET вхід зовнішній скидання

Порт D:

№ Назва Тип Опис

2 PD0 Вхід / Вихід цифровий порт PD0

2 RxD вхід вхід приймача USART

3 Pd1 Вхід / Вихід цифровий порт PD1

3 TXD вихід вихід передавача USART

4 PD2 Вхід / Вихід цифровий порт PD2

4 INT0 вхід зовнішнє переривання канал 0

5 PD3 Вхід / Вихід цифровий порт PD3

5 INT1 вхід зовнішнє переривання канал 1

6 PD4 Вхід / Вихід цифровий порт PD4

6 Xck Вхід / Вихід зовнішній такт для USART

6 T0 вхід зовнішній вхід Timer 0

11 Pd5 Вхід / Вихід цифровий порт PD5

					ЕЛІТ 6.172.254 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

- 11 T1 вхід зовнішній вхід Timer 1
- 12 PD6 Вхід / Вихід цифровий порт PD6
- 12 AIN0 вхід вхід аналогового компаратора канал 0
- 13 PD7 Вхід / Вихід цифровий порт PD7
- 13 Ain1 вхід вхід аналогового компаратора канал 1

Мікроконтролер ATМega8 від компанії AVR вибирають тисячі радіоаматорів і професіоналів по всьому світу завдяки ідеальному поєднанню ціни, функціональності і простоті застосування в проєктованих електронних пристроях.[10],[13]

5.3 Перетворювач USB< - >RS232 FT232

Мікросхема перетворювача USB<->RS232 FT232 фірми FTDI здійснює зв'язок комп'ютера з GSM/GPRS модулем.

Мікросхема FT232R-представник нового покоління сімейства "USB-UART". Реалізований Компанією FTDI в 2005 році ряд апаратних схемотехнічних рішень, інтегрованих на кристал.

Переваги:

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

Розширений робочий температурний діапазон від -40°C до + 85°C дозволяє використовувати нові мікросхеми в різноманітних додатках, включаючи промислові. Крім очевидних рішень, що впливають на вартість кінцевого виробу, мікросхеми мають ряд нових функцій:

- внутрішній генератор можна використовувати в якості задає для зовнішніх пристроїв, при цьому значення вихідної частоти може бути задано рівним 6 МГц, 12 МГц, 24 МГц або 48 МГц;

- наявність унікального ідентифікаційного номера (FTDIChip-IDT), який програмується на фабриці в процесі виготовлення кристалів і доступний для читання по шині USB.

Відмінною особливістю мікросхеми FT232RL є стабільність роботи, відсутність проблем з драйверами під різні системи, можливість

використовувати режим Bit-Bang для управління портами мікросхеми. Розташування висновків і односторонній монтаж компонентів модуля FT232 дозволяє використовувати його спільно з макетними і налагоджувальними платами, а так же легко вбудовувати в готові пристрої. Характеристика:

- не потрібно зовнішнє живлення;
- світлодіодна індикація прийому (RX) і передачі (TX) даних;
- перемикання рівнів вихідних сигналів 3.3 V / 5V здійснюється джампером;
- є можливість живлення зовнішнього пристрою безпосередньо від перетворювача (при навантаженні не більше 50mA);
- усі функціональні висновки мікросхеми FT232RL доступні для використання;
- мініатюрні розміри модуля (плата 37 * 19 мм).

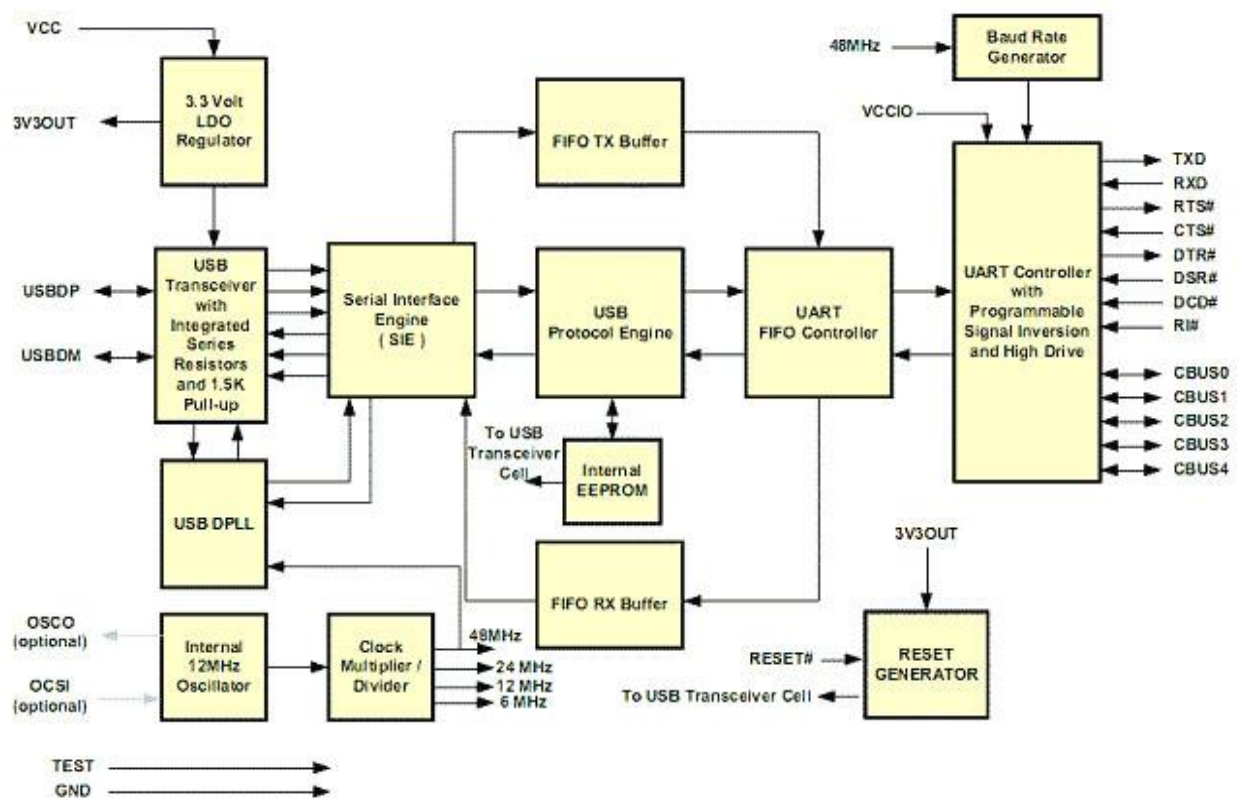


Рисунок 5.7 – Структурна схема мікросхеми FT232R

5.4 Опис схеми

Схема пристрою складається з мікросхеми перетворювача USB< - >RS232 FT232 фірми FTDI, що здійснює зв'язок комп'ютера з GSM / GPRS модулем SIM300C фірми Simcom, а також мікроконтролера ATmega8L фірми Atmel, що здійснює управління живленням GSM модуля і настройку його конфігурації. Наявність вільних ніжок мікроконтролера, при відповідному коригуванні програми, дозволяє реалізувати на цьому пристрої простеньку GSM сигналізацію або дистанційне керування пристроями через GSM канал.

Спочатку харчування модуля SIM300C планувалося здійснювати через шину USB, але так як в моменти передачі споживаний струм може досягати 2 а, то довелося поставити акумулятор, що в свою чергу дозволило використовувати модем як автономний пристрій.

Світлодіод VD2 відображає такі стани роботи, як підключення до комп'ютера, стан GSM мережі, реєстрація в мережі, помилка SIM карти, зниження грошових коштів нижче порога.

Електронні ключі DD3 здійснюють перемикання зв'язку модуля SIM300C з комп'ютером або з мікроконтролером.

Особливості модернізації пристрою:

Резистори-smd типорозміру 0805.

Конденсатор С6 танталовий, можна замінити на електролітичний з тим же номіналом і напругою не менше 6,3 В. решта конденсатори-smd типорозміру 0805.

Діод VD1 можна замінити на будь-який інший з падінням напруги 0,6...0,7 в. діод VD3 можна замінити на будь-який інший діод Шоттки з падінням напруги не більше 0,5 в.

Транзистор VT1 може бути з будь-яким літерним індексом.

Світлодіод VD2 можна замінити на будь-який інший двоколірний або поставити два окремих світлодіода.

Мікросхему DD2 можна замінити на AT93C56 або AT93C66.

Акумулятор BT1 можна замінити акумулятором більшої ємності.

Коли пристрій відключено від комп'ютера, модуль SIM300C і мікроконтролер Atmega8L знаходяться в sleep (сплячому) режимі і сумарний струм споживання від акумулятора становить близько 50 мкА. При підключенні

					Лист
					59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.172.254 ПЗ

пристрою до комп'ютера, через ніжку 32 (PD2) мікроконтролера виникає переривання, за яким Мікроконтролер виходить із сплячого режиму і виробляє процедуру включення модуля SIM300С, його настройку і реєстрацію в GSM мережі, після чого перемикає модуль на комп'ютер. Після чого червоне світіння світлодіода VD2 змінюється на рідкісні спалахування зеленого з інтервалом десь 4 сек. Якщо спалахування зеленого часті, це означає що модем не(або ще не) зареєструвався в мережі чи ні SIM карти. Варто пам'ятати що при підключенні інтернет світлодіод часто спалахує зеленим кольором. Додатково, при установці Інтернет з'єднання, кожні півгодини відбувається перевірка стану рахунку абонента, і при зниженні останнього нижче заданого порога, світлодіод VD2 починає часто блимати червоним кольором. Для активації перевірки балансу необхідно в SIM-карту з телефону записати номер наступного виду: *NNN#bb#, де NNN - номер перевірки балансу оператора SIM карти, bb - значення балансу, при якому відбувається індикація, допустимі значення від 10 до 99, і зберегти цей номер з ім'ям Number.

Для відключення модему досить від'єднати його від комп'ютера, при цьому світлодіод VD2 загориться червоним і відбудеться відключення від GSM мережі і правильне відключення модуля SIM300С.[11],[12]

					<i>ЕліТ 6.172.254 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

6 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ

6.1 Функціональна схема організації програмно-математичного забезпечення GPRS-модему

Функціональна схема організації програмно-математичного забезпечення GPRS-модему, який є одним з головних елементів бездротової системи передачі телеметричної інформації, представлена на рис. 6.1.



Рисунок 6.1 – Функціональна схема організації програмно-математичного забезпечення GPRS-модему

Програмно-математичне забезпечення GPRS-модему складається з трьох задач:

- основне завдання;
- завдання обслуговування GSM / GPRS-модему;
- завдання підтримки зв'язку між модемом і сервером по протоколу «інтернет-канал», а також обробників, що забезпечують логічну взаємодію між завданнями.

Ключові функції основного завдання наступні:

- ініціалізація всіх завдань, обробників і апаратної частини модему в початковий стан;
- читання з енергонезалежного ОЗУ (ЕНОЗУ) профілю модему і настройка режиму роботи модему відповідно до значень профілю;

- очікування подій від обробника вхідних даних і, в разі наявності таких, запуск завдання обслуговування GSM / GPRS-модему на встановлення зв'язку з сервером;

- при отриманні події від обробника вхідних даних на команду конфігурування модему-вхід в режим конфігурації і запуск обробника команд конфігурацій по послідовному порту;

- прийом і обробка інформації за допомогою обробника команд протоколу "інтернет-канал" від завдання підтримки зв'язку між модемом і сервером;

- при наявності даних, призначених для передачі кінцевого обладнання, активація обробника вихідних даних.

Основні функції завдання обслуговування GSM / GPRS-модему наступні:

- включення і конфігурація GSM-модему;

- очікування і підтримка реєстрації GSM-модему в GSM-мережі;

- відкриття GPRS-сесії і подальший аналіз її активності;

- встановлення з'єднання з віддаленим сервером по протоколу TCP / IP і подальший аналіз цілісності з'єднання;

- передача управління завданню підтримки зв'язку між модемом і сервером по протоколу "інтернет-канал" поверх протоколу TCP / IP;

- перевірка вхідних SMS, дешифрація і видача декодованої інформації основному завданню;

- аналіз подій від основного завдання на предмет необхідності передачі повідомлень у форматі SMS з подальшим кодуванням і передачею їх за допомогою апаратури GSM/GPRS-модему.

Завдання підтримки зв'язку між модемом і сервером по протоколу "інтернет-канал «відкриває канал зв'язку з сервером по протоколу» інтернет-канал" поверх протоколу TCP/IP. Фазі обміну інформацією з сервером передуює процес авторизації, під час якої відбувається створення загального сесійного ключа, необхідного для шифрації/дешифрації потоку даних між модемом і сервером. Після процесу авторизації здійснюється обмін даними.

Основні функції завдання наступні:

- відкриття та підтримка сесії обміну даними між модемом і віддаленим сервером;

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

- прийом даних від основного завдання і формування пакетів відповідно до протоколу "інтернет-канал" з подальшою передачею їх по GPRS-каналу;
- прийом, декодування і дешифрація інформаційних пакетів з GPRS-каналу з подальшою передачею інформації для аналізу основним завданням;
- визначення відсутності з'єднання з віддаленим сервером як на фізичному, так і на логічному рівнях;
- закриття з'єднання як самостійно (при втраті сигналу), так і по команді від основного завдання, і передача управління завданню обслуговування GSM/GPRS-модему.

Крім трьох завдань програмно-математичне забезпечення модему включає в себе п'ять основних обробників, які викликаються тим чи іншим завданням.

6.2 Програмування мікроконтролера AVR ATmega8 за допомогою програми AVRDUDE_PROG 3.3

Програма AVRDUDE_PROG 3.3 призначена для програмування мікроконтролерів AVR ATmega і ATtiny.

Можливості програми:

1. Можливість самостійного додавання програматорів, налаштування швидкості програмування і т. п.
2. Можливість самостійного додавання МК.
3. Редагування та налаштування відображення fuses бітів.
4. Вибір інверсних або прямих fuses бітів.
5. Вікна виведення значень fuses бітів в Hex форматі.
6. Збереження налаштувань програмування при закритті програми, тобто при подальшому відкритті всі налаштування відновляться.

Програма не є складною у використанні, має приємний інтуїтивно зрозумілий інтерфейс російською мовою, підтримує дуже багато різних програматорів і практично всі мікроконтролери ATmega і ATtiny. Важливо й те, що в програму можна самому вносити зміни — додавати програматори, мікроконтролери, змінювати деякі налаштування (все детально розписано на сайті розробника). Програма не вимагає установки на комп'ютер, необхідно тільки розархівувати скачаний файл і можна відразу приступати до роботи, підтримуються всі різновиди Windows — від XP до 10.

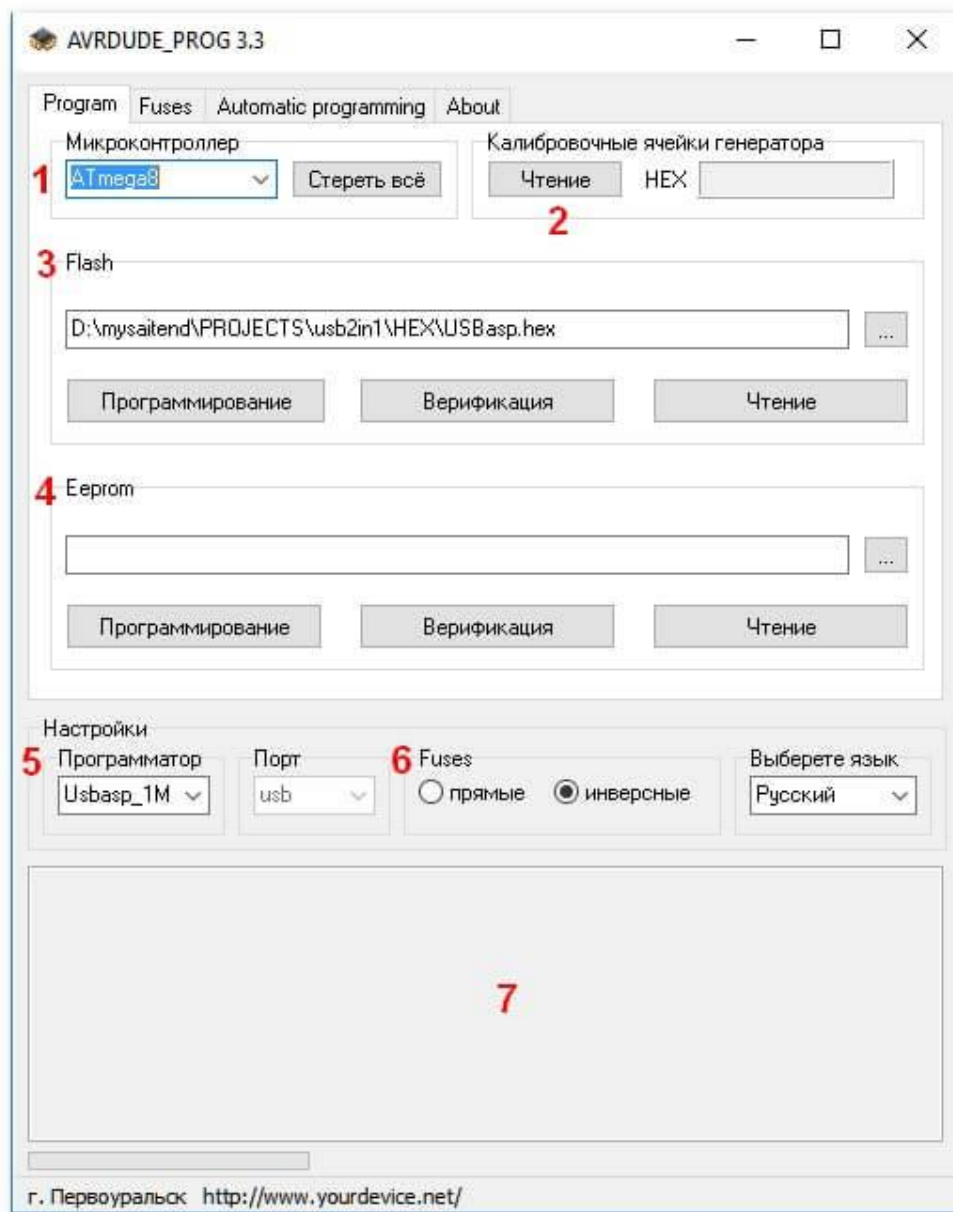


Рисунок 6.2 – Вікно запусненої програми AVRDUDE_PROG

Перелік функцій Програми:

- вікно вибору типу мікроконтролера;
- кнопка "стерти все" - очищає всі нутрощі мікроконтролера;
- читання калібрувальних осередків мікроконтролера.[14],[17]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВИСНОВКИ

За результатами виконаної кваліфікаційної роботи бакалавра, були дослідженні основні способи передачі даних і пристрій передачі пакетних даних, розроблені схеми роботи GSM/GPRS модему і розглянуто способи посилення сигналу які допоможуть забезпечити надійну передачу даних.

Для побудови схем роботи GSM/GPRS модему було виконано:

1. Визначили основні функції і завдання, які повинен виконувати GPRS-модуль.
2. Розробили алгоритм функціонування GPRS-модуля.
3. Розробити схему електричну структурну GPRS-модуля.
4. Розробити схему електричну принципову GPRS-модуля.
5. Розглянули способи посилення сигналу.

					<i>ЕліТ 6.172.254 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

Додаток А

