

3. Магро В.И. Математическое моделирование конечных линейных волноводных антенных решеток / Магро В.И., Морозов В.М. // Изв. вузов. Радиоэлектроника. – 1997. – №8. – С.3-10.
4. Морозов В.М., Магро В.И. Метод интегрального уравнения на основе выделения пронизывающей области // Изв. вузов. Радиоэлектроника. 2000. № 1. С. 28-33.
5. Марченко С.В. Электродинамический расчет плоской волноводной ФАР методом пронизывающей области / Марченко С.В., Морозов В.М. // Изв. вузов. Радиоэлектроника. – 2009. – № 7. – С.28-33.
6. Н.У. van Schaik. The performance of iris-loaded planar phased – array antenna of rectangular waveguides with an external dielectric sheet. – IEEE Jrans. Antennas Propag., 1978,v.26, №3,p.413-418
7. Гостюхин В.Л. Вопросы проектирования активных ФАР с использованием ЭВМ / Гостюхин В.Л., Гринева К.И., Трусов В.Н.; под ред. В.Л.Гостюхина. – М.: Радио и связь, 1983. – 248с.

Поступила в редколлегию 18.06.2014.

УДК 616.12-073.7:621.396.63

ЗУБАРСВ І.М., студент  
ТРИКІЛО А.І., к.т.н., доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет

### **ПРИСТРІЙ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ GSM МЕРЕЖ**

**Вступ.** Завдяки стрімкому розвитку комп'ютерних, інформаційних та телекомунікаційних технологій, в останні роки в практичну діяльність лікарів різних спеціальностей все ширше впроваджується нова галузь медицини – телемедицина [1, 2].

Електрокардіографія (ЕКГ) є одним з основних методів дослідження серця і діагностики захворювань серцево-судинної системи. Для зняття кривої ЕКГ використовують спеціалізований прилад – електрокардіограф. Він дозволяє оперативно знімати електрокардіограму, реєструвати і вимірювати різницю потенціалів серця з поверхні тіла людини за допомогою накладання електродів. У наш час широкого розповсюдження набули електрокардіографи, які являють собою електричний підсилювач потенціалів, що передає дані на персональний комп'ютер, який в свою чергу відображає, друкує та зберігає криву ЕКГ. Комп'ютерна інтерпретація створює великі зручності для лікаря: дозволяє реєструвати дуже маленькі елементи ЕКГ сигналу (амплітудою від 20 мкВ), вести електронний архів і робити автоматичне порівняння довільного числа електрокардіограм, позбавляє лікаря від рутинної роботи (вимірювання параметрів ЕКГ, не потрібно писати ЕКГ висновок).

Термінове зняття ЕКГ людини без участі кваліфікованих фахівців є важливішою із задач сучасної медицини. Існує необхідність реєстрації ЕКГ там, де знаходиться пацієнт, і дистанційної передачі ЕКГ для подальшого аналізу фахівцем, відсутнім на місці реєстрації. Реєстрація ЕКГ „на місцях зняття” може проводитися середнім медперсоналом або лікарями некардіологічної спеціалізації за відсутності кваліфікованого лікаря, наприклад, у віддалених населених пунктах, при знаходженні хворого у транспортному засобі, у невеликій лікарні, коли утруднене транспортування пацієнта в спеціалізований кабінет зняття та реєстрації ЕКГ.

Для вирішення цього завдання необхідні мобільні реєстратори ЕКГ, компактні і нескладні в управлінні, за допомогою яких можна реєструвати і зберегти ЕКГ, а потім передати її для подальшого аналізу по різних каналах зв'язку до відповідних медичних установ.

На сьогодні існує багато мобільних електрокардіографів, але більшість з них позбавлена можливості передачі сигналу до централізованих систем прийому, обробки та архівування ЕКГ. Також існують кардіографи, які мають акустичний спосіб передачі.

Комплекс реєстрації та передачі ЕКГ по телефону складається з апаратури на передавальній стороні електрокардіографа, перетворювача-передавача, який підключається до виходу електрокардіографа, телефонного апарата, апаратури на приймальній станції, спеціалізованого модему, підключеного до телефонної лінії зв'язку, персонального комп'ютера [3]. Як видно, даний спосіб має суттєві недоліки у порівнянні з сучасними імпортованими електрокардіографами, які використовують GSM мережі для передачі ЕКГ сигналів. Також існують перешкоди на лінії стаціонарних телефонів, додаткові шуми ЕКГ, що при проходженні через систему ЦАП – лінія зв'язку – АЦП можуть генерувати додаткові шуми, які будуть спотворювати кінцевий сигнал ЕКГ.

**Постановка задачі.** Імпортовані кардіографи, в яких є пристрої передачі ЕКГ по GSM мережам, мають велику вартість, через що не всі сучасні медичні відділення мають змогу їх придбати.

Всі електрокардіографи, які позбавлені можливості передачі сигналу з використанням GSM мереж, мають можливість з'єднання з ПК, що дає змогу робити комп'ютерну інтерпретацію кривої ЕКГ. З'єднання з ПК виконується за стандартами RS-232 або USB. Ці стандарти свідчать про те, що в даних електрокардіографах є внутрішні АЦП, тому немає необхідності в додатковому перетворенні аналогових сигналів у цифрові.

Отже існує необхідність мати недорогий компактний пристрій передачі цифрового ЕКГ сигналу, який використовує найпоширеніший спосіб передачі цифрового сигналу, а саме, GSM мережу.

**Результати роботи.** Для розробки даного пристрою необхідний GSM модуль. GSM-модуль складається з радіоблоку (приймач, підсилювач і зовнішній радіочастотний інтерфейс), процесора, пам'яті і ряду інтерфейсів для інтеграції в кінцеві пристрої. Функціональну схему GSM модуля SIM900 [4] наведено на рис.1. Сучасні GSM модулі можуть передавати і приймати дані по каналах GSM і GPRS, в тому числі SMS-повідомлення та факси. Деякі модулі оснащені також GPS-приймачами і можуть визначати, а потім передавати координати об'єкта, в якому вони знаходяться.

У розробці даного пристрою застосовується GSM модуль SIM900, який є представником нового покоління бюджетних GSM модулів компанії SIMCom. Даний модуль являється повністю самостійним електронним пристроєм, управління яким здійснюється за допомогою спеціальних AT команд. Модуль має енергонезалежну пам'ять, в якій зберігається програмне середовище. Керування станом модуля, прийомом та передачею самого ЕКГ сигналу займається мікроконтролер ATmega32L. Для з'єднання з мікроконтролером у модуля є необхідні інтерфейси за сучасними стандартами зв'язку, такі як UART, I<sup>2</sup>C. Модуль працює як з цифровим обладнанням так і з аналоговим.

Одне з основних застосувань GSM модулів – в так званих системах M2M (Machine-to-Machine – комунікація між машинами). У них відбувається автоматичний обмін інформацією між різними системами збору і обробки даних. Для прийому передачі цих даних і використовуються GSM модулі. Системи M2M можуть ефективно застосовуватися в багатьох областях, наприклад, в стаціонарних датчиках, в M2M-системах контролю енергоспоживання, пожежної безпеки, охорони будівель та ін. [5].

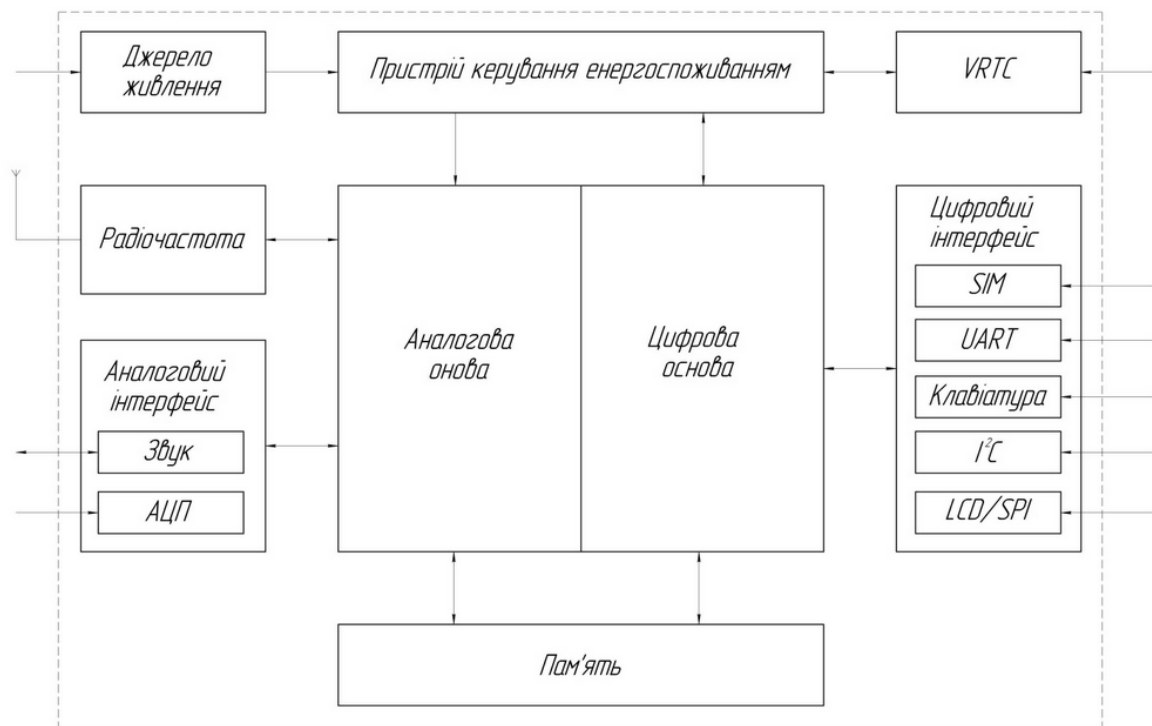


Рисунок 1 – Функціональна схема GSM модуля SIM900 [4]

Розглянемо декілька прикладів. В медицині датчики з GSM-модулями дозволяють дистанційно стежити за здоров'ям людини. Дані з датчиків, встановлених на тілі пацієнта, передаються через мережу мобільного зв'язку на спеціальний портал. Лікарі або родичі можуть заходити через Інтернет на цей портал і отримувати інформацію про стан пацієнта. У разі виникнення небезпечної ситуації можна зв'язатися з ним по тих же каналах (наприклад, надіславши SMS із запитом) і при необхідності викликати медичну допомогу.

Модуль SIM900 є представником нового покоління бюджетних GSM модулів компанії SIMCom. Він найбільш компактний (24 × 24 × 3 мм), розміщений в корпусі для поверхневого монтажу (SMT). Він підтримує чотири режими GSM-діапазону. Модуль оснащений процесором AMR926EJ. Управління модулем здійснюється за допомогою розширеного набору AT команд. Модуль має енергонезалежну пам'ять, в якій зберігається програмне середовище. Для з'єднання з мікроконтролером у модуля є необхідні інтерфейси за сучасними стандартами зв'язку, такі як UART, I<sup>2</sup>C, тому керування станом модуля, прийомом та передачею самого ЕКГ сигналу займається мікроконтролер. Модуль працює як з цифровим, так і з аналоговим обладнанням [4].

Пристрій передачі ЕКГ сигналу, структурна схема якого зображена на рис.2, має відносно малі розміри, невелику вартість, та нескладність використання.

Пристрій підключається до цифрового виводу кардіографа. Коли кардіограф зніме сигнали ЕКГ, внутрішній АЦП починає передавати перетворений сигнал до мікроконтролера, той в свою чергу запускає модуль і дає команду на з'єднання з мережею. Після того, як модуль встановить зв'язок з мережею, він передає сигнал готовності. Мікроконтролер передає отриманий сигнал від ЕКГ до GSM модуля, який в свою чергу передає сигнал до попередньо встановленої IP адреси.

Для отримання сигналу ЕКГ на особистий ПК або особистий мобільний комунікатор необхідно, щоб він був підключений до Інтернет мережі, та встановлено спеціалі-

зоване ПЗ, яке приймає цифровий сигнал с IP адреси. Далі програма конвертує цифровий сигнал в графічне відображення кривої ЕКГ та зберігає його у пам'яті ПК.

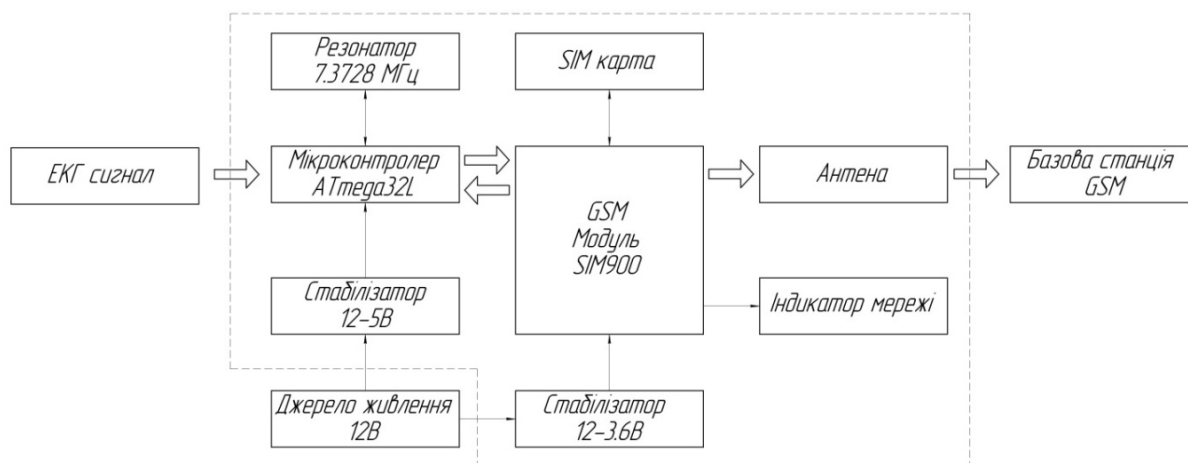


Рисунок 2 – Структурна схема пристрою передачі ЕКГ сигналу

Електрокардіограф з вмонтованим пристроєм передачі ЕКГ сигналу є легким у використанні як для лікарів, так і для пацієнтів, яким потрібний постійний моніторинг. Електрокардіографи з GSM модулями дозволяють не тільки терміново знімати ЕКГ, але й дистанційно відслідковувати стан здоров'ям людини. Дані з датчиків, розташованих на тілі пацієнта, надходять на цифрові виводи кардіографа, отримана ЕКГ передається через мережу мобільного зв'язку на спеціальний портал. Структурна схема використання мобільного ЕКГ реєстратора наведена на рис.3. Лікарі або родичі можуть заходити через Інтернет на цей портал і отримувати інформацію про стан пацієнта. У разі значного погіршення стану серцево-судинної системи людини сигнал небезпеки надійде до лікарні, домашнього лікаря та до центру швидкої медичної допомоги.

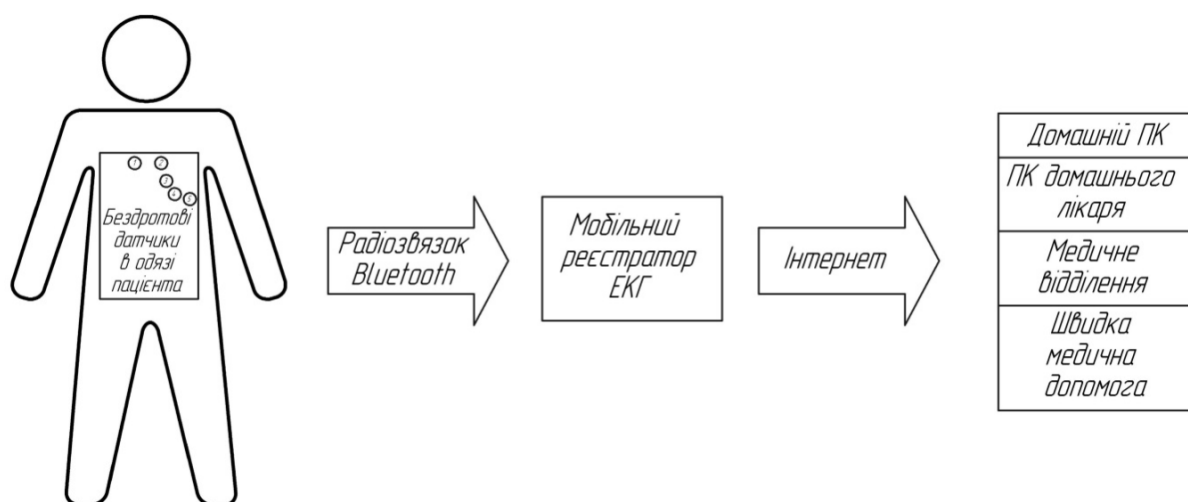


Рисунок 3 – Структурна схема використання мобільного ЕКГ реєстратора

**Висновки.** У літературному огляді проаналізовано відомі методи та засоби, вживані при екстреному знятті ЕКГ у віддаленому від медичного центру місці, та передачі її до спеціалізованих медичних закладів.

Наведено функціональну та структурну схеми пристрою, який забезпечує автоматичну передачу даних ЕКГ простішим і швидшим способом.

Запропонований пристрій забезпечує передачу ЕКГ до особистого мобільного телефону та домашнього ПК, ПК домашнього лікаря, медичного закладу та центру швидкої медичної допомоги.

Показано доцільність виконання досліджень по подальшому вдосконаленню і розробці портативних, автономних електрокардіографів, датчики електродів яких розташовані постійно на тілі людини, здатних автоматично передати ЕКГ в екстреному випадку в найближчий медичний центр.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Казаков В.М. Телемедицина / Казаков В.М., Климовицький В.Г., Владимирський А.В. – Донецьк: ТОВ „Норд”, 2002. – 100с.
2. Владимирський А.В. Моделі кращої практики для телемедицини та електронної охорони здоров'я / Владимирський А.В. – Донецьк: ТОВ «Норд», 2005. – 36с.
3. Аппаратно-программный диагностический комплекс для регистрации и передачи ЭКГ по телефону ТЕЛЕ-АЛЬТОН. – Режим доступа: <http://old.altonika.ru/detail.php?id=199>.
4. GSM/GPRS модуль SIM900 - <http://mt-system.ru/catalog/sim900>
5. Н.Елисеев. GSM-модули: области применения и производители. – Режим доступа: <http://www.electronics.ru/journal/article/3457>.

*Надійшла до редколегії 03.07.2014.*