

**МОЖЛИВІСТЬ ТРИВАЛОГО САМОКОНТРОЛЮ СТАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ
МОБІЛЬНОГО КАРДІОГРАФУ ПРИЄДНАНОГО ДО ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ****Д. В. Моспан, В. А. Моспан, О. В. Фомовська, А. А. Юрко, В. А. Артеменко**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: denis.mospan@gmail.com

Розглянуто технічні характеристики і діагностичні можливості сучасних неінвазивних методів моніторингу електрокардіограми, що застосовуються в діагностиці порушень ритму серця і провідності. Показано переваги та недоліки різних методів тривалого моніторингу електрокардіограми. Описано переваги використання бездротових систем задля передачі та зберігання даних з використанням хмарних сховищ. Проведено огляд можливості застосування описаної концепції для самоаналізу стану пацієнта на підставі існуючих мобільних систем і запропоновано методи їх вдосконалення. Розглянута можливість застосування вейвлет аналізу ЕКГ сигналу за допомогою симетричних функцій Гауса безпосередньо у мобільному пристрої фіксації. Описано можливість використання методу виділення кардіоінтервалограми без паралельної реєстрації ЕКГ для аналізу динамічних характеристик ритму серця в фонокардіографії.

Ключові слова: електрокардіографічна діагностика, холтерівський моніторинг, накладні електрокардіографічні монітори, мобільні системи амбулаторного серцевого моніторингу.

**ВОЗМОЖНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОГО САМОКОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МОБильНОГО КАРДИОГРАФА ПОДКЛЮЧЕННОГО К ОБЛАЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ****Д. В. Моспан, В. О. Моспан, Е. В. Фомовская, О. О. Юрко, В. О. Артеменко**

Кременчугский национальный университет

ул. Первомайская, 20, г. Кременчук, 39600, Украина. E-mail: denis.mospan@gmail.com

Рассмотрены технические характеристики и диагностические возможности современных неинвазивных методов мониторинга электрокардиограммы, применяемых в диагностике нарушений ритма сердца и проводимости. Показаны преимущества и недостатки различных методов длительного мониторинга электрокардиограммы. Описаны преимущества использования беспроводных систем для передачи и хранения данных с использованием облачных хранилищ. Проведен обзор возможности применения описанной концепции для самоанализа состояния пациента на основании существующих мобильных систем и предложены методы их усовершенствования. Рассмотрена возможность применения вейвлет анализа ЭКГ сигнала с помощью симметричных функций Гаусса непосредственно в мобильном устройстве фиксации. Описана возможность использования метода выделения кардиоинтервалограммы без параллельной регистрации ЭКГ для анализа динамических характеристик ритма сердца в фонокардиографии.

Ключевые слова: электрокардиографическая диагностика, холтеровское мониторирование, накладные электрокардиографические монитеры, мобильные системы амбулаторного сердечного мониторинга.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Визначення основних причин серцебиття та інших, пов'язаних з аритмією симптомів має величезне клінічне значення. Реєстрація серцевого ритму безпосередньо під час прояву симптомів за допомогою тривалого моніторингу ЕКГ є відомим методом для виявлення їх причини у пацієнтів [1, 2]. Моніторинг ЕКГ – важливий діагностичний метод для встановлення кореляції між симптомами і серцевим ритмом. Розвиток сучасних технологій забезпечило широкий вибір пристроїв для моніторингу ЕКГ, що відрізняються між собою за тривалістю моніторингу, якості реєстрації сигналів, зручності та інвазивності.

Крім того, необхідно враховувати, що холтерівський моніторинг (ХМ) широко застосовується в різних клінічних умовах для діагностики порушень ритму і провідності, які не завжди можуть бути виявлені за допомогою стандартної електрокардіограми (ЕКГ). ХМ дозволяє встановити зв'язок клінічних симптомів (неприємність, запаморочення, болі в грудях, серцебиття, задишка та ін.) з порушеннями серцевого ритму і провідності, оцінити ефективність антиаритмічної терапії, реакцію пацієнта на її корекцію або припинення, дає можливість оцінки прогнозу в конкретних клінічних ситуаціях.

Точна і своєчасна діагностика аритмій є визнача-

льним фактором для правильного діагнозу і має вирішальне значення для ефективного, в тому числі інтервенційного, лікування.

Цікаво відзначити, що прототипом сучасного холтерівського носія став сконструйований в 1947 році Норманом Джефрі Холтером ЕКГ-трансмiтер, який передавав радіосигнали під час навантаження на стаціонарному велоергометрі і важив більше 40 кілограмів [3].

В даний час ХМ є відносно недорогим, доступним і нескладним у виконанні методом. Сучасні пристрої, що використовуються для проведення ХМ, – легкі, непомітні і практично не доставляють дискомфорту пацієнтам при носінні. Функція безперервного моніторингу ЕКГ «beat-to-beat», автоматичне розпізнавання аритмії і бездротова передача даних в режимі реального часу стали важливими факторами, що визначають високу діагностичну ефективність методу і його зручність у використанні [2, 4].

Мета роботи – створення передумов для тривалого використання мобільних діагностичних пристроїв моніторингу стану пацієнта на підставі ЕКГ з використанням бездротових інтерфейсів і хмарних сховищ для вирішення комплексу техніко-економічних проблем раннього виявлення порушення серцевого ритму.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Діагностика деяких порушень ритму серця є нетривіальним завданням. Зафіксувати рідкісні епізоди аритмії дуже важко в реальній клінічній практиці [5]. Холтерівський моніторинг електрокардіограми лише частково вирішує цю проблему, оскільки:

– стандартне ХМ – це середня тривалість запису ЕКГ у 1–2 доби;

– багатодобовий ХМ має високий рівень дискомфорту, який викликають численні дроти і маса обладнання, внаслідок чого пацієнти можуть передчасно переривати дослідження.

Використання сучасних імплантованих реєстраторів дозволяє фіксувати електрокардіографічні події значний час – від 2 до 3 років, однак інвазивна імплантація таких пристроїв є стримуючим фактором для багатьох пацієнтів. Важливим є й фінансова складова питання: ціна такого реєстратора та його імплантація коливається в межах від 30 до 100 тис. гривень, що також є бар'єрним фактором його повсюдного застосування. Тому в даний час все більш актуальним завданням стає розробка системи, яка забезпечить неінвазивну фіксацію ЕКГ-сигналу за тривалий проміжок часу.

Метод, розроблений в 1961 році Норманом Холтером, являє собою моніторинг ЕКГ за допомогою пристрою, що здійснює запис електрокардіосигналів в декількох відведеннях.

Портативний апарат пацієнт носить на ремені через плече або на поясі, відзначаючи в щоденнику час і обставини виникнення симптомів. Електроди,

призначені для запису кардіосигналів, кріпляться на тілі пацієнта. Запис зберігається в пристрої, в якому використовуються моделюючи або цифрові носії даних (рис. 1).



Рисунок 1 – Приклад апарату для холтерівського моніторингу

Після перетворення на цифровий формат їх аналізують, використовуючи спеціалізоване програмне забезпечення.

Можливість додатковою кнопкою фіксувати час події що відбувається підвищує діагностичну точність методу. Безперервний електрокардіографічний моніторинг можливо проводити протягом від 24 годин і максимально до 7 днів. Діагностичні можливості пристроїв для амбулаторного моніторингу подані в табл. 1.

Таблиця 1 – Діагностичні можливості пристроїв для амбулаторного моніторингу

Вид моніторингу ЕКГ	Тривалість моніторингу	Діагностична цінність метода	Обмеження метода
Холтерівський моніторинг	1–7 діб	4–40%	Низька вірогідність розвитку симптомів під час короткострокового моніторингу, габарити пристрою обмежують можливості пацієнта
Зовнішні кардіомонітори	До 30 діб	24–70%	Необхідність тривалого використання зовнішніх електродів, помилки пацієнта при використанні пристрою
Імплантовані кардіомонітори	До 24 міс.	55–75%	Необхідність інвазивного хірургічного втручання

Існують й інші чинники, що обмежують використання холтерівського моніторингу. По-перше, пацієнти можуть не відчувати симптоми або у них може не бути порушення ритму під час моніторингу, по-друге, як було описано вище, габарити пристрою можуть перешкоджати повноцінному сну або здатності брати участь в будь-яких активних діях. Так, не можна знімати прилад під час прийому душу або ванни. Крім того, при недбалому веденні документації кореляція події, що відбуваються з пацієнтом, та між симптомами і ритмом буде неточною.

Для усунення перерахованих недоліків первинним кроком є підключення пристрою моніторингу до центрального об'єкту накопичення і зберігання інформації. Ранні варіанти реалізації даної концепції відомі як транстефонний моніторинг. Він проводиться за допомогою пристроїв, які записують і передають ЕКГ-дані через аналогову телефонну лінію до основної станції. До них також відносяться реєстратори подій

(рис. 2), які записують і зберігають тільки короткі періоди ЕКГ, коли монітор включається пацієнтом при виникненні у нього відповідної симптоматики. Або пристрої, які реєструють ЕКГ постійно, але зберігають в пам'яті лише короткі періоди записи ЕКГ, коли пацієнтом натиснута «кнопка подій» під час виникнення будь-яких симптомів (зовнішні кардіомонітори). При першому типі пристроїв електрод, як правило, вбудовані в корпус самого приладу. При виникненні події реєстратор прикладають до грудей або кінцівок пацієнта та епізод записується. У більшості комерційних моделей є всього одна кнопка, вона служить як для запису ЕКГ, так і для її передачі. Технологія передачі ЕКГ по телефонній лінії проста – у реєстраторі є динамік, який відтворює записаний ЕКГ-сигнал у вигляді звуку певної частоти (1600-1900 Гц). Пацієнт прикладає реєстратор до телефонної трубки і передає дані, на іншому кінці їх сприймає пристрій, який перетворює звуковий сигнал в цифровий запис

ЕКГ. Також можна передавати ЕКГ через модемне з'єднання. Основне обмеження застосування даного пристрою – симптоми повинні тривати досить довго, щоб встигнути їх зафіксувати. Зазвичай не вдається записати початок епізоду, якщо хворий не відчуває провісників.



Рисунок 2 – Кардіомонітор – реєстратор подій

Зовнішні кардіомонітори безперервно записують і зберігають кардіограму в буфері пам'яті в середньому від 4 до 18 хв. (рис. 3). Реєстрація ЕКГ відбувається за типом «петля»: запис, потім стирання, якщо не активована функція запам'ятовування, і знову запис нових даних. Безпосередньо після початку симптомів пацієнт натисканням кнопки подій активізує пристрій, який зберігає попередні 3–6 хвилин зареєстрованої інформації, так само як і послідовні 1-2 хвилини. Пам'ять пристрою при цьому як би «заморожується». Таким чином, отримуємо ділянку, записану ще до події, саму подію та ділянку після події. Як правило, у всіх таких приладах є опції налаштування, що дозволяють вибрати максимальну кількість подій для запису, час запису до і після події, кількість каналів запису та ін. Дані зберігаються, потім передаються по телефонній лінії на основну станцію, де будуть проаналізовані. З огляду на те, що зовнішні кардіомонітори, на відміну від холтеровського, записують тільки фрагмент ЕКГ, дослідження може тривати більше тривалий час (до 30 днів), необхідна лише щотижнева зміна батарей. Пристрій двома електродами кріпиться до грудної клітки пацієнта і може бути видалений під час прийому ванни або душа.



Рисунок 3 – Зовнішній кардіомонітор

Аналізуючи наведені вище дані, можемо прийти до висновку, що основними проблемами пристроїв даного типу є:

1. Великі масогабаритні параметри.
2. Незручність і низькі швидкість/частота передачі отриманих даних.
3. Наявність провідників для підключення датчиків і елементів живлення.

4. Відсутність достатньо великого вбудованого пристрою зберігання даних, який не суперечить вимогам п.1.

В основу вирішення перерахованих проблем можуть бути покладені результати сучасного технологічного розвитку всіх галузей електроніки, а саме розвиток бездротових технологій зв'язку, мінімізація пристроїв постійного зберігання інформації на основі електропрограмованої пам'яті (EEPROM) і використання хмарних сховищ для передачі і спільного доступу до даних, отриманих від пацієнта.

Тому в даний час затребуваними будуть системи, які мають переваги неінвазивної фіксації, тривалості реєстрації ЕКГ-сигналу і зручності у використанні, в першу чергу за рахунок компактності приладу і можливості самостійного управління реєстрацією (можливість переривчастої реєстрації ЕКГ-сигналу, тобто зупинка записи на час з послідовним самостійним її поновленням) [4, 6].

Загальна схема побудови такої системи подана на рис. 4.

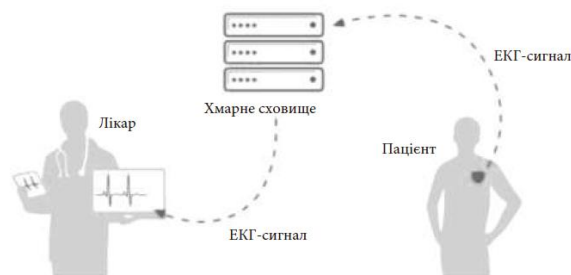


Рисунок 4 – Загальна схема побудови системи з використання хмарного сховища

На сьогоднішній день на ринку присутні кілька різних варіантів подібних пристроїв амбулаторного моніторингу ЕКГ (АМ-ЕКГ) від різних виробників, найбільш розповсюдженими з яких є: «Spyder» – бездротова система тривалого одноканального моніторингу ЕКГ, описана в [7], і її конкуренти – системи «Zio Patch» і «SEEQ™ MCT» [8]. Порівняльний аналіз показав, що пристрої мають невеликий розмір (наприклад ZIO® XT 123,0 × 53,0 × 10,7 см, а патч SEEQ™ MCT з можливістю wireless-передачі сигналу (Medtronic Inc., США) 160 × 60 × 15 см), містять систему датчиків, мікроелектронну схему записуючого пристрою, блок пам'яті і внутрішню батарею, вбудовану в відносно гнучку синтетичну матрицю, смолу або інший адгезивний матеріал (рис. 5). Корпус патч-монітора прикріплюється до шкіри пацієнта над лівою зоною верхньої частини грудної клітини або в області грудини [9]. Основними перевагами патч-моніторів є: простота у використанні, безелектродність, водонепроникність, мінімальні незручності для повсякденної діяльності пацієнта. Деякі з патч-моніторів – одноразового застосування, інші – багаторазового з одноразовими ЕКГ-електродами. Все це дозволяє забезпечувати гігієнічність застосування даного типу пристроїв. Прилади забезпечені кнопкою, котра може бути натиснута пацієнтом для позначки симптоматичного епізоду.



Рисунок 5 – Зовнішній вигляд Zio Patch

Опубліковані в 2013 р результати дослідження, яке дало оцінку ефективності і зручності використання 14-денних патч-моніторів і традиційних 24-годинних ХМ-реєстраторів показали перевагу перших [5].

Запис ЕКГ за допомогою патч-моніторів здійснюється по 1–2 каналам (в залежності від виробника). Алгоритм аналізу запису може обробляти 14-денні дані протягом 10 хв.

Однак результати дослідження можуть бути отримані лікарем лише через кілька днів. Це відбувається тому, що в даний час клініки і практикуючі лікарі змушені користуватися послугами сервісних центрів компанії-виробника патч-моніторів. В дані центри користувач відправляє поштою з оплаченою доставкою сам реєстратор (тому і відбувається затримка за часом від моменту закінчення дослідження до отримання користувачем результатів). У сервісному центрі дані з патч-монітора обробляються технічними фахівцями, аналізуються, формується звіт, який потім відправляється користувачеві.

В результаті розглянутих вище матеріалів можемо стверджувати, що недоліками патч-моніторів є: відносно високі сукупні витрати споживачів (за рахунок одиничного використання пристрою) і залежність клінік від компанії-виробника такого пристрою. Також необхідно пам'ятати, що запис ЕКГ-сигналу проводиться в одно каналному режимі, електроди розташовані відносно поруч один з одним, і важливим моментом є правильне топографічне розташування пристрою на грудній клітці і його осяова орієнтація.

За даними доступною для аналізу медичної літератури, в країнах, де розташовуються технологічні потужності компаній-виробників, вони зацікавлені клініки в використанні патч-моніторів шляхом надання останнім можливості не вкладати початкові інвестиції в купівлю даних пристроїв (в порівнянні з ношеними, придатні для повторного використання пристроями ХМ-ЕКГ).

Виходячи з проведеного аналізу приходимо до висновку, що основним нереалізованим завданням на поточному етапі є можливість оперативної безкоштовної передачі даних в центр її зберігання з можливістю авторизованого колективного доступу. Таким рішенням може бути використання смартфонів на основі Android OS і хмарного сервісу компанії Google, оскільки більшість користувачів зазначеної ОС мають в ній профіль користувача (акаунт). Крім цього швидкість передачі даних по бездрото-

вим інтерфейсам сучасних смартфонів цілком достатня для передачі даних ЕКГ як з використанням WiFi, так і по GSM-каналю (3G, 4G). Такий підхід відповідає вимогам прийнятої в розвинутих країнах технології mHealth, яка включає в себе всі аспекти «мобільної» охорони здоров'я.

Реалізація обраного шляху здійснення мобільного кардіомоніторингу ставить перед розробником відповідної апаратури низку питань. По-перше, це остаточно з'ясування того, що саме буде передаватися каналом зв'язку з використанням хмарного сховища і його тривалість у часі. Якщо йдеться про передавання просто оцифрованої ЕКГ, то це зумовить необхідність передачі достатньо великих об'ємів інформації, що виключає можливість безперервного моніторингу. Саме тому, в розглянутих вище прикладах побудови таких пристроїв, присутня «тривожна» кнопка, яку пацієнт має натиснути в разі суб'єктивного відчуття погіршення свого стану. Це є певною незручністю, бо суб'єктивні відчуття пацієнта не завжди відповідають реальному перебігу подій. Отже виникає потреба реалізації паралельного каналу, який вмикався б виходячи з об'єктивного аналізу даних ЕКГ. Але для цього необхідно здійснювати попередній аналіз поточних даних ЕКГ, одержаних безпосередньо від кардіомонітора, розміщеного на пацієнті, до передачі його каналом зовнішнього зв'язку. І це зумовлює друге питання, яке постає перед розробником апаратури, яким чином реалізувати цей аналіз, без суттєвого погіршення масо-габаритних показників пристроїв, розміщених на пацієнті. Шляхом вирішення цього питання є доповнення кардіомонітора аналізатором ЕКГ за спрощеним алгоритмом, який реагував би лише на певні зміни структури зубців ЕКГ. Схемна реалізація такого спрощеного аналізатора не буде достатньо складною і габаритною. Приклади варіантів подібного спрощеного аналізу представлені в [10–12].

ВИСНОВКИ. Швидкий прогрес в області сучасних технологій і розширення доступу лікарів і пацієнтів до ЕКГ-обладнання та комп'ютерним програмам надає великі можливості для діагностики як симптомних, так і безсимптомних порушень серцевого ритму і провідності, які можуть бути причинами різного роду скарг пацієнта на погане самопочуття та станів здоров'я, що загрожують життю. Однак застосування методів АМ-ЕКГ має ряд обмежень [13, 14].

Портативні пристрої АМ-ЕКГ в недалекому майбутньому мають всі можливості стати новим стандартом амбулаторної діагностики для виявлення аритмій і порушень серцевої провідності. Однак важливе значення для медицини АМ-ЕКГ може придбати не тільки в області діагностики, але і для супроводу пацієнта, впливаючи як на короткострокові, так і на довгострокові результати лікування. У підсумку можна очікувати підвищення якості діагностичної та лікувальної допомоги пацієнтам взагалі.

Рішення поставленого завдання вимагає чітких і послідовних дій на всіх етапах конструювання, починаючи з аналізу вхідних даних і закінчуючи застосуванням найсучасніших технологій і діагностичних методів. Отримання точної кореляції між симптомами і серцевим ритмом вимагає розумного

використання методів діагностики. Мобільний серцевий моніторинг є надійним засобом для виявлення і уточнення етіології таких станів. Вибір того чи іншого виду моніторингу визначається ймовірністю передбачуваної серцевої аритмії, частотою, видом симптомів, і в кінцевому підсумку діагностичної цінністю методу. Запропоновані вдосконалення надають можливість використовувати тривалий самоконтроль стану без зайвих фінансових витрат з використанням стійких до відмов систем зберігання даних, заснованих на хмарних технологіях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Alboni P., Brignole M., Menozzi C. et al. Diagnostic value of history in patients with syncope with or without heart disease. *Am. Coll. Cardiol.* 2001. № 37. P. 1921–1928.
2. Charitos E., Stierle U., Ziegler P., Baldewig M., Robinson D. R., Sievers H. H., Hanke T. A comprehensive evaluation of rhythm monitoring strategies for the detection of atrial fibrillation recurrence: Insights from 647 continuously monitored patients and implications for monitoring after therapeutic interventions. *Circulation.* 2012. Vol. 126. P. 806–814.
3. Kennedy H. L. The history, science and innovation of Holter technology. *Annals of Noninvasive Electrocardiology.* 2006. №11. P. 85–94.
4. Locati E., Moya A., Oliveira M., Tanner H., Willems R., Lunati M., Brignole M. External prolonged electrocardiogram monitoring in unexplained syncope and palpitations: Results of the SYNARR-Flash study. *Eurpace.* 2016. № 18. P. 1265–1268.
5. Barrett P. M., Komatireddy R., Haaser S., Topol S., Sheard J., Encinas J., Fought A. J., Topol E. J. Comparison of 24-hour holter monitoring with 14-day novel adhesive patch electrocardiographic monitoring. *Am. J. Med.* 2014. № 127 (1).
6. Zimetbaum P., Goldman A. Ambulatory arrhythmia monitoring: choosing the right device. *Circulation.* 2010. № 122 (16).
7. Сокольская М. А., Шварц В. А., Бокерия О. Л. Опыт использования беспроводной системы «Spyder» для многосуточного мониторинга электрокардиограммы. *Анналы аритмологии.* 2018. Т. 15. № 4. С. 213–219.
8. Первова Е. В. Современные методы амбулаторного мониторинга электрокардиограммы. Технические аспекты. *Клиницист.* 2017. № 1. С. 16–28.
9. Fung E., Järvelin M. R., Doshi R. N. et al. Electrocardiographic patch devices and contemporary wireless cardiac monitoring. *Front Physiol.* 2015. № 6.
10. Юрко О. О., Ардашов С. А., Гладкий В. В., Шувалов А. А. Поліноміальна дробова апроксимація зубців ЕКГ сигналу. *Актуальні наукові дослідження в сучасному світі: XXVI Міжнародна наукова конференція.* 2017. № 6, ч. 2. С. 114–119.
11. Юрко О. О., Кухаренко Д. В., Фомовський Ф. В. Моделювання спотворень ЕКГ сигналу на основі поліноміальної дробової апроксимації. *Виробництво & Мехатронні Системи: матеріали І-ї Міжнародної конференції.* 2017. С. 53–54.
12. Yurko A., Bezpalchuk V., Dobrogaev V., Babich P. The choice of frequency samples of the ECG signal. *XV Міжнародна науково-технічна конференція «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів».* 2016. С. 115–116.
13. Yurko A. A., Fomovskiy F. V., Bespalchuk V. I. The study of the electromagnetic activity of the heart based on the amplitude-phase characteristics. *Проблеми електромагнітної сумісності перспективних безпроводних мереж зв'язи.* 2016. С. 20–23.
14. Raviele A., Giada F., Bergfeldt L. et al. Management of patients with palpitations: A position paper from the European Heart Rhythm Association. *Eurpace.* 2011. № 13(7). P. 920–954.

POSSIBILITY OF LONG-TERM SELF-CONTROL OF THE CONDITION USING A MOBILE CARDIOGRAPH CONNECTED TO CLOUD TECHNOLOGY

D. Mospan, V. Mospan, O. Fomovskaya, A. Yurko, V. Artemenko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: denis.mospan@gmail.com

Purpose. The technical characteristics and diagnostic capabilities of modern non-invasive methods for monitoring the electrocardiogram used in the diagnosis of heart rhythm disturbances and conductivity are considered. The advantages and disadvantages of various methods of long-term monitoring of an electrocardiogram are shown. The advantages of using wireless systems for transferring and storing data using cloud storage are described. **Methodology.** The aim of the research is to develop a system for modern devices used to conduct HM are light, invisible and practically do not cause discomfort to patients when worn. The function of continuous ECG monitoring “beat-to-beat”, automatic recognition of arrhythmias and wireless data transmission in real time have become important factors that determine the high diagnostic efficiency of the method and ease of uses. **Finding.** Such a solution could be the use of smartphones based on Android OS and Google’s cloud service, since most users of the specified OS have a user profile (account) in it. In addition, the speed of data transfer via wireless interfaces of modern smartphones is quite sufficient for transmitting ECG data using both WiFi and GSM-channel (3G, 4G). **Originality.** In the near future, portable AM-ECG devices have every opportunity to become the new standard for outpatient diagnostics for detecting arrhythmias and cardiac conduction disorders. However, AM-ECG can be important for medicine not only in the field of diagnostics, but also for patient management, affecting both short-term and long-term treatment results. As a result, we can expect an increase in the quality of diagnostic and therapeutic care for patients. **Practical value.** A review of the possibility of using the described concept for self-analysis of the patient’s condition on the basis of existing mobile systems is carried out and methods for their improvement. **Conclusions.** Mobile cardiac monitoring is a reliable means to detect and clarify the etiology of such conditions. The choice of this or that type of monitoring is determined by the probability of the expected cardiac arrhythmia, the frequency, type of symptoms, and ultimately the diagnostic value of the method. The

proposed improvements make it possible to use long-term self-control of the state without unnecessary financial costs using fault-tolerant data storage systems based on cloud technology.

Key words: electrocardiographic diagnostics, Holter monitoring, overhead electrocardiographic monitors, mobile ambulatory cardiac monitoring systems.

REFERENCES

1. Alboni, P., Brignole, M., Menozzi, C. et al. (2001), Diagnostic value of history in patients with syncope with or without heart disease, *Am. Coll. Cardiol.*, Vol. 37, p. 1921–1928.
2. Charitos, E., Stierle, U., Ziegler, P., Baldewig, M., Robinson, D. R., Sievers, H. H., Hanke, T. (2012), A comprehensive evaluation of rhythm monitoring strategies for the detection of atrial fibrillation recurrence: Insights from 647 continuously monitored patients and implications for monitoring after therapeutic interventions, *Circulation*, Vol. 126, p. 806–814.
3. Kennedy, H. L. (2006), The history, science and innovation of Holter technology, *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, Vol. 11, p. 85–94.
4. Locati, E., Moya, A., Oliveira, M., Tanner, H., Willems, R., Lunati, M., Brignole, M. (2016), External prolonged electrocardiogram monitoring in unexplained syncope and palpitations: Results of the SYNARR-Flash study, *Europace*, Vol. 18, p. 1265–1268.
5. Barrett, P. M., Komatireddy, R., Haaser, S., Topol, S., Sheard, J., Encinas, J., Fought, A. J., Topol, E. J. (2014), Comparison of 24-hour holter monitoring with 14-day novel adhesive patch electrocardiographic monitoring, *Am. J. Med.*, Vol. 127 (1).
6. Zimetbaum, P., Goldman, A. (2010), Ambulatory arrhythmia monitoring: choosing the right device, *Circulation*, Vol. 122 (16).
7. Sokolskaya, M. A., Shvarts, V. A., Bokeira, O. L. (2018), Experience of using the «Spyder» wireless system for 24-hour monitoring of an electrocardiogram, *Annals of Arrhythmology*, Vol. 15, № 4, pp. 213–219.
8. Pervova, E. V. (2017), Modern methods of outpatient monitoring of an electrocardiogram. Technical aspects, *Clinician*, Vol. 1, p. 16–28.
9. Fung, E., Järvelin, M. R., Doshi, R. N. et al. (2015), Electrocardiographic patch devices and contemporary wireless cardiac monitoring, *Front Physiol.*, Vol. 6.
10. Yurko, A. A., Ardashov, S. A., Gladkyy, V. V., Shuvalov, A. A. (2017), Polynomial fractional approximation of ECG waveforms, *Actual scientific research in the modern world: XXVI International scientific conference*, Vol. 6, Iss.2, p. 114–119.
11. Yurko, A. A., Kuharenko, D. V., Fomovskii, F. V. (2017), ECG distortion simulation based on polynomial fractional approximation, *Manufacturing & Mechatronic Systems: Proceedings of the 1st International Conference*, p. 53–54.
12. Yurko, A., Bezpalych, B., Dobrogaev, B., Babich, P. (2016), The choice of frequency samples of the ECG signal, *XV International Scientific and Technical Conference "Physical Processes and Fields of Technical and Biological Objects"*, p. 115–116.
13. Yurko, A. A., Fomovskiy, F. V., Bepalchuk, B. I. (2016), The study of the electromagnetic activity of the heat based on the amplitude-phase characteristics, *Problems of electromagnetic compatibility of promising wireless communication networks*, p. 20–23.
14. Raviele, A., Giada, F., Bergfeldt, L. et al. (2011), Management of patients with palpitations: A position paper from the European Heart Rhythm Association, *Europace*, Vol. 13(7), p. 920–954.

Стаття надійшла 24.12.2019.