

УДК 621.3.083.8; 612.84

СИСТЕМА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕМОДИНАМІКИ ЗА АМПЛІТУДНИМ СПЕКТРОМ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ

Шарпан О.Б., Гусєва О.В., Жиляков А.О., Магльована Н.І., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Описана інформаційно-обчислювальна діалогова система фотоплетизмографії, що графічно відображає амплітудно-часові та спектральні характеристики пульсової хвилі. Система дозволяє виконувати дослідження як поточного стану системи гемодинаміки, так і наступне оброблення збережених характеристик пульсової хвилі

Вступ

Серед багатьох методів діагностики стану серцево-судинної системи особлива роль належить методам, заснованим на використанні інформації, що закладена в параметрах пульсової хвилі. На сьогодні є декілька розвинених напрямів пульсової діагностики, за якими створено медичні діагностичні пристрої та системи. Але подальше розроблення відомих і пошук нових перспективних напрямків пульсової діагностики та відповідної апаратури проводяться все інтенсивніше, оскільки сучасні діагностичні завдання потребують нових методичних підходів до визначення фізіологічного стану і нової апаратурної бази. Тому завдання розробки апаратури пульсової діагностики є актуальним.

Постановка задачі

Встановлено, що для вирішення багатьох завдань визначення стану серцево-судинної системи, крім показників амплітудно-часового контурного аналізу, доцільно використовувати також інформацію, що закладена в амплітудному [1-5] та фазовому спектрах пульсової хвилі [1, 4]. Для верифікації цих положень і встановлення взаємозв'язку між параметрами спектра і станом системи гемодинаміки та вегетативної нервової системи (ВНС) було створено комп'ютерну інформаційно-вимірювальну систему реєстрації сигналу пульса та його амплітудно-часового та спектрального аналізу.

Фотоплетизмографічна система “Пульс-1.0”

Умовно в системі можна виділити модулі, що забезпечують реєстрацію і первинне перетворення пульсового сигналу, ввід даних в ПЕОМ, їх математичний аналіз і відображення.

Модуль реєстрації пульсової хвилі має два ідентичних фотоплетизмографічних канали запису сигналу пульсу. Передбачена можливість збільшення кількості каналів при необхідності. Для реєстрації пульсового сигналу в кожному каналі використано оптоелектронний первинний перетворювач інфрачервоного діапазону хвиль, що працює у відбитому світлі. Конструктивно це компланарно розташована оптипара випромінювач–фотоприймач з відкритим оптичним ка-

налом, яка захищена екраном від зовнішнього світла. Перетворювач може бути розміщений в будь-якій точці поверхні тіла людини, де є кровоток. В системі також можна використовувати традиційні оптоелектронні перетворювачі, що працюють в трансмісійному режимі. В цьому випадку їх можна застосовувати для визначення кровотоку в тих органах (вухо, пальці), через які проходить світловий потік.

Сигнали перетворювачів подаються в модуль вводу даних в ПЕОМ. Він має блоки обробки і аналого-цифрового перетворення сигналів та інтерфейс обміну даними з ПЕОМ. В цьому модулі сигнали підсилюються, фільтруються, перетворюються у 10-ти розрядний цифровий код і вводяться в пам'ять ПЕОМ з частотою зчитування, що встановлюється програмно і може бути зміненою в широких межах. Модуль керування блоком вводу даних в ПЕОМ забезпечує процедури і функції керування портом вводу-виводу, аналого-цифровим перетворювачем, генератором тактових сигналів і аналоговим мультиплексором.

Програмний пакет функціонує у середовищі MS-DOS. Він в інтерактивному режимі забезпечує процеси вимірювання, віконної сегментації сигналу, наступного диференціювання або амплітудного спектрального Фур'є-аналізу та реєстрації результатів.

Модуль графічного інтерфейсу реалізує основні функції інтерактивного діалогу з користувачем: вікна вводу і виводу текстової та графічної інформації, систему меню, списки, панелі діалогу тощо.

Під час запису і перегляду пульсограма відображається на моніторі окремими фрагментами. В процесі запису оператор може контролювати режим роботи системи та якість встановлення первинних вимірювальних перетворювачів, а під час аналізу – задавати параметри визбирування квазіперіодів, виконувати перегляд і обирати фрагменти записаної пульсограми для сегментації та подальшої обробки – диференціювання або спектрального аналізу. Спектральний аналіз виконується над реалізаціями тривалістю до 10 секунд. Результати аналізу відображаються на моніторі, можуть бути внесені у пам'ять і надруковані на папері.

Модуль керування базою даних забезпечує представлення даних про досліджуваних осіб (пацієнтів) у вигляді електронних карток, що зберігаються на магнітному носії. Він дозволяє реалізувати основні функції роботи з базою даних: запис картки у базу, введення нового запису, видалення картки з бази.

Модуль збору і оброблення інформації забезпечує запис інформації на магнітний носій, віконну сегментацію записаних реалізацій сигналів пульсової хвилі, часовий та спектральний аналіз обраних реалізацій, перегляд результатів вимірювань та аналізу.

Всі модулі об'єднані в єдиний програмний комплекс за допомогою гнучкої системи меню. Модифікація системи та розширення її можливостей забезпечується зміною конфігурації відповідних програмних модулів.

Основні технічні характеристики системи “Пульс-1.0”

Робочий діапазон хвиль первинних вимірювальних перетворювачів – інфрачервоний (~ 800 нм).

Кількість вимірювальних каналів – 2 (з можливістю нарощування).

Смуга частот пульсового сигналу – $0.04 \dots 40$ Гц.

Частота дискретизації в кожному каналі від 50 до 500 Гц.

Кількість розрядів АЦП – 10.

В системі алгоритмічно забезпечується такий режим обчислення спектрів, при якому виключено вплив явища “витоку” спектра за нецілої кількості імпульсів у реалізації.

Приклади відображення інформації

На рис. 1 показано панелі екрану монітора, що характеризують окремі режими роботи системи і результати аналізу. На рис. 1а наведено обраний фрагмент плетизмограми, на рис. 1б – амплітудний спектр цього фрагмента, а на рис. 1в – амплітудний спектр іншого фрагмента, що зареєстрований через деякий час при затримці дихання. Порівняння цих рисунків показує високу чутливість амплітудного спектра до змін стану системи гемодинаміки при дії цього тестового впливу. Це також підтверджено дослідженнями залежності спектра від інших тестових впливів (холодової проби, алкоголю, паління, фізичного і психологічного навантаження тощо) [5]. Також встановлена можливість визначення стану “передхвороби” на основі візуалізації форми амплітудного спектра.

Висновки

Випробування системи протягом декількох років показали перспективність цього напрямку пульсової діагностики для визначення станів серцево-судинної системи та вегетативної нервової системи (стану стресу) в різних умовах застосування: при спостереженні за дією різних тестових впливів, дії лікарських препаратів і засобів премедикації, визначенні напруженості нервової системи, ступеню втоми при фізичних навантаженнях, болю при операційних втручаннях.

У сукупності з ПК типу Notebook або Pocket PC система зручна у використанні для оперативного спостереження за фізіологічним станом людини вдома, безпосередньо на робочому місці, в польових умовах, при тренуванні спортсменів, у лікарняних закладах. Вона може бути у подальшому використана для скринінгового обстеження населення і моніторингу стану здоров'я.

Література

1. Dobrova V.E., Kolpakov F.F., Värri A.O. and Melnik V. Estimation of Time Diagnostic Parameters of Blood Pressure Variation in Frequency Domain, in Proc. Finish Signal Processing Symposium, University of Oulu, Oulu, Finland, May, 1999. -1999. -31. - P.189-194.
2. Chun T. Lee, Ling G. Wei. Spectrum Analysis of Human Pulse // IEEE Trans. Biomed. Eng. - 1983.- BME-30. - № 6. - P. 348-352.

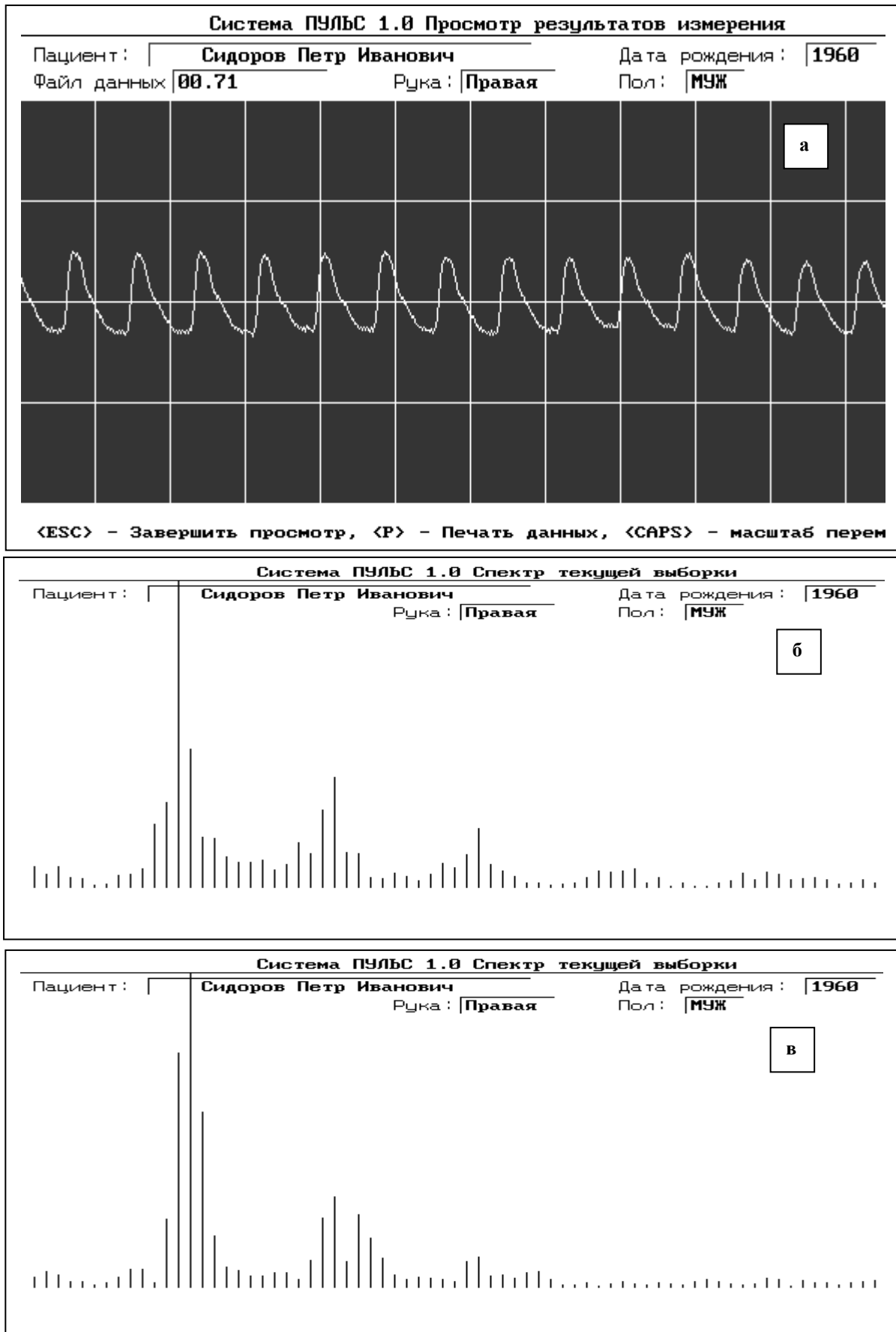


Рисунок 1 – Реалізація фотоплетизмограми (а) і її спектр (б); (в) – спектр реалізації фотоплетизмограми при затримці дихання

3. Смердов А.А., Сторчун Є.В., Славітич О.А. Автоматизований комплекс для експрес-діагностики на основі методів західної та тибетсько-монгольської медицини. // Український журнал медичної техніки і технології. - 1997. - № 1-2. - С. 42 - 46.
4. Шарпан О.Б. Розробка та дослідження кореляційно-спектральних методів аналізу пульсових сигналів для створення медико-діагностичних систем нового покоління.// Збірник науково-технічних розробок, виконаних у університеті у 2002 р. НТУУ “КПІ”. - Київ. - 2002. - С. 61– 62.
5. Шарпан О.Б. Дослідження залежності амплітудного спектра пульсового сигналу від стану системи гемодинаміки. // Наукові вісті НТУУ “КПІ”.-2004. - № 1. -С. 110-117.

<p>Шарпан О.Б., Гусева Е.В., Жиляков А.А., Маглеванная Н.И. Система для исследования гемодинамики по амплитудному спектру пульсовой волны.</p> <p>Описана информационно-вычислительная диалоговая система фотоплетизмографии, которая графически отражает амплитудно-временные и спектральные характеристики пульсовой волны. Система позволяет выполнять исследования как текущего состояния гемодинамики, так и последующую обработку сохраненных характеристик пульсовой волны.</p>	<p>Sharpan O.B., Guseva E.V., Zhiljakov A.A., Maglyovanaya N.I. System for examination of a hemodynamics on amplitude spectrums of pulse wave.</p> <p>The information dialogue system of a photoplethysmography pictorially mapping amplitude-time and a spectral characteristics of pulse wave is described. The system allows examination both streaming state of system of a hemodynamics, and aftertreatment of the maintained characteristics of pulse wave.</p>
---	--

*Надійшло до редакції
11 червня 2004 року*