

Sistemul Informațional al Dispozitivului Fotopletismograf FPG-2

Victor Şontea, Nicolae Armencea, Dmitrii Anghilogu, Anatolie Iavorschi, Valerii Pahomi
Universitatea Tehnică a Moldovei
sontea@mail.utm.md

Abstract – In the work are described the informational system of the device photoplethysmograph FPG-2. The device can be used as a method of express diagnosis in prevented identification of cardiovascular diseases.

Index Terms – photoplethysmogram, microprocessor, display, touch screen panel, user interface.

I. INTRODUCERE

Una din metodele contemporane, care permit determinarea indicilor fiziologici ai organismului uman, este metoda fotopletismografiei computerizate bazată pe înregistrarea și prelucrarea semnalelor fotopletismografice.[1,2]

Sistemul propus se atribuie la tehnica medicală de investigații cardiovasculare, principiul de funcționare a căruia este bazat pe metoda fotopletismografiei. Principiul fotopletismografiei constă în reflecția radiației (ca regulă este utilizată radiația infraroșie, dar poate fi utilizată și altă bandă a spectrului, ce ar permite o penetrare bună a învelișurilor cutanate și independența semnalului reflectat de alți factori, de exemplu pigmentația pielii) de la celulele sângelui în mișcare prin vasele de calibru mic, aflate subcutanat.[3,4]

Înregistrarea și prelucrarea fotopletismogramelor permit obținerea informației despre starea sistemului cardiovascular, valoarea presiunii arteriale segmentate, depistarea afectării vaselor sangvine de calibru mare prin metoda de screening.

II. SCHEMA STRUCTURALĂ ȘI DESCRIEREA DISPOZITIVULUI

Schema structurală, care a fost elaborată și care este prezentată în Fig.1, constă din mai multe module.

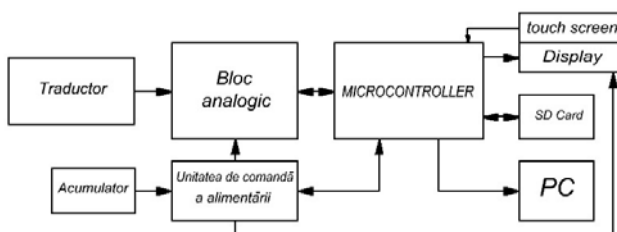


Fig.1 Schema-bloc generală a dispozitivului

La baza funcționării dispozitivului se află un microprocesor cu arhitectura pe 8 biți, funcțiile sale fiind:

- Interacțiunea cu partea analogică – convertirea semnalului analogic în semnal digital; interacțiunea asupra părții analogice în sensul modificării coeficienților de amplificare a amplificatoarelor operaționale, pentru a obține un nivel optimal de semnal la intrarea convertorului analog-digital, modificarea luminozității emițătorului de radiație infraroșie; prelucrarea digitală a semnalului

(scalarea semnalului, filtrarea digitală).

- Interacțiunea cu display-ul dispozitivului.
- Citirea și descifrarea datelor de la panoul Touch Screen ce se află pe display – determinarea coordonatelor punctelor de interacțiune.
- Realizarea unei interfețe meniu-utilizator bine dezvoltate, datorată display-ului grafic de mărimi mari și panoului Touch Screen.
- Interacțiunea cu memoria de tip SD Card (Secure Digital Card) – memorarea și citirea din memorie a datelor.
- Interacțiunea cu blocul de dirijare a alimentării – asigurarea trecerii la regimul Sleep, asigurarea alimentării tuturor blocurilor dispozitivului în regim activ de funcționare, monitorizarea nivelului de tensiune al bateriilor.
- Comunicarea cu calculatorul personal – conectând dispozitivul cu calculatorul prin interfața USB putem exploata dispozitivul ca pe un modul periferic al calculatorului – semnalul fotopletismografic poate fi colectat și transmis direct către calculator, sau se pot citi din memorie și transmise la calculatorul personal doar datele necesare.

Partea analogică a dispozitivului este formată din două canale simetrice care prelucrează semnalele provenite de la două traductoare. În Fig.2 este prezentată schema bloc a unui canal.

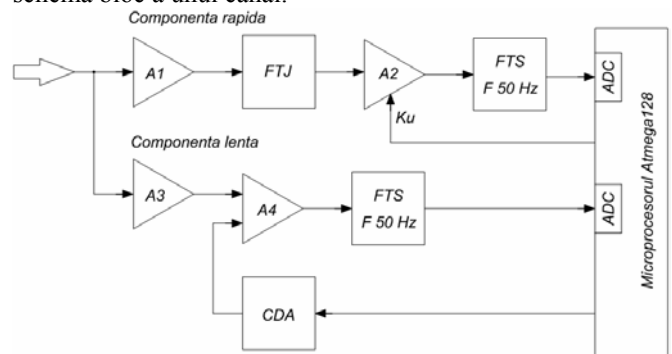


Fig.2 Schema bloc a unui canal.

Semnalele componentelor rapide și lente a fotopletismogramelor, provenite de la cele două traductoare ale dispozitivului, amplificate și filtrate de partea analogică, sunt aplicate la intrarea convertorului analog-digital, încorporat în microprocesor. După convertire, semnalele se transformă într-o secvență de date, ce pot fi afișate pe ecranul dispozitivului, transmise

la calculator sau memorate. Pentru a obține pe display o imagine clară a evoluției în timp a acestor semnale, de a putea extrage parametrii necesari din fotopletismogramele achiziționate, datele obținute de la convertor sunt prelucrate digital. Prelucrarea digitală prevede filtrarea semnalului de frecvențele înalte și scalarea semnalului – operații matematice aplicate asupra secvenței de date cu scopul de a obține o evoluție mai largă a semnalului.

Obținând datele de la convertorul analog-digital, microprocesorul monitorizează continuu nivelul semnalului. Dacă semnalul are o amplitudine prea mică pe o perioadă de timp se recurge la majorarea coeficientului de amplificare, dacă este prea mare – la micșorare. O altă acțiune asupra părții analogice a dispozitivului este modificarea valorii tensiunii la ieșirea convertorului digital-analog pentru micșorarea semnalului componente lente.

Intensitatea iluminării emițătorului de radiație infraroșie de asemenea se modifică de către microprocesor, ceea ce permite de a adapta proprietățile traductorului la diferiți pacienți.

Display-ul dispozitivului este unul grafic, cu rezoluția de 320×240 pixeli, ceea ce ne permite de a afișa evoluția în timp a unul sau două semnale concomitent, dar și crearea unei interfețe meniu-utilizator bine dezvoltate, intuitive și ușor de interacționat. Folosirea display-ului grafic în combinație cu panoul Touch Screen ne permite de a crea un dispozitiv fără multe butoane, interacțiunea operatorului cu dispozitivul făcându-se apăsând cu un creion special, numit stylus, direct pe panoul Touch Screen, plasat deasupra display-ului. Datorită acestui fapt, meniul este format din pagini, butoane, tastieră – asemănătoare ca la un calculator personal, ceea ce face meniul mai ușor de accesat pentru utilizatorii calculatoarelor personale.

Meniul utilizatorului este format din 4 pagini: „Pacient”, „Afișare”, „Grafic” și „Setări”. Pagina „Pacient” este destinată pentru a lucra cu baza de date, de a adăuga un pacient nou în baza de date sau de a alege un pacient investigat anterior. În partea de jos a ferestrei, destinată pentru introducerea unui pacient nou în baza de date, se află tastatura.

Din pagina pacient poate fi accesată și baza de date a dispozitivului. Interfața bazei de date ne permite de a naviga prin lista de pacienți, de a căuta un anumit pacient în baza de date, de a șterge un pacient și de a selecta un pacient ales.

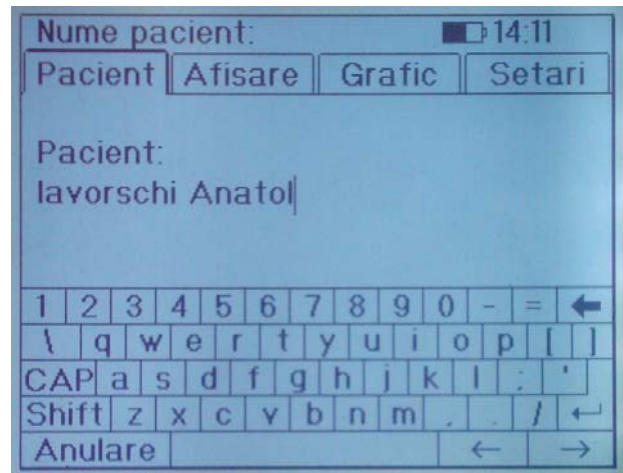


Fig.3 Fereastra introducerii unui nou pacient

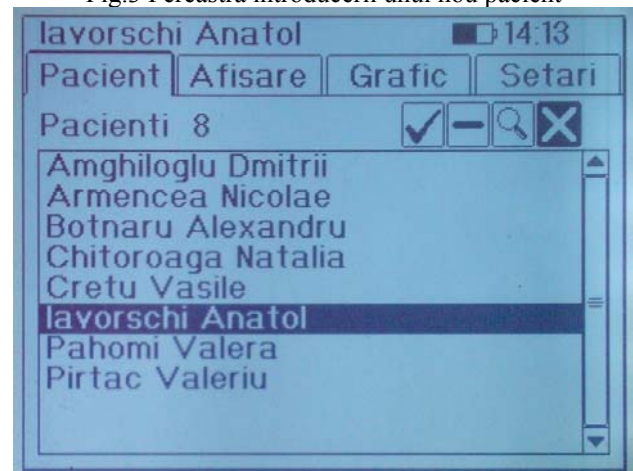


Fig.4 Fereastra navigării prin baza de date

În pagina „Afișare” alegem semnalele dorite de a fi vizualizate. Pot fi selectate cel mult două semnale. Pentru aceasta, trebuie să apăsăm pe pătrățelele ce stau în drept cu denumirea fiecărui semnal. Apăsând pe aceste pătrățele, în ele apare câte o bifă, ceea ce înseamnă că a fost selectat cu succes, iar în dreapta pătrățelului apare denumirea prescurtată a semnalului. Dacă pacientul a fost deja scris în baza de date, putem alege spre vizualizare un semnal memorat anterior. Pentru a compara semnalul obținut anterior și cel obținut la moment, alegem un semnal din memorie și un semnal de la traductoare.

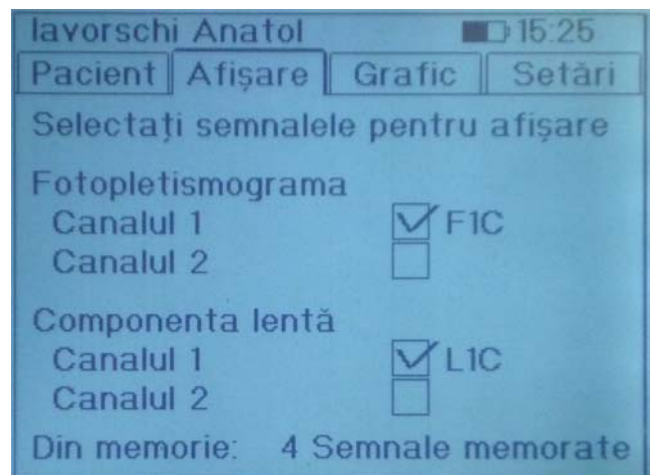


Fig.5 Fereastra selectării semnalelor dorite pentru afișare

Pagina „Grafic” este prevăzută pentru vizualizarea semnalele selectate pentru afişare. Pot fi vizualizate unul sau două semnale concomitent, în acest caz, câmpul acestei pagini va fi despărţit în două. Cu ajutorul butonului „Start” se va începe culegerea datelor şi afişarea pe display, butonul „Stop” va opri culegerea datelor, iar cu ajutorul butonului „Memo.” se vor stoca datele în memorie. Dacă selectăm un semnal din memorie pentru afişare, pe această pagină avem posibilitatea de a plasa direct pe display punctele de bază ale fotopletismogramei şi de a calcula câţiva parametri de bază ale fotopletismogramei, ceea ce ne poate da câteva indicii despre starea sistemului cardiovascular. În Fig.6 este prezentată afişarea a două semnale concomitent (componenta rapidă – F1C şi componenta lentă – LIC), şi plasarea punctelor de bază ale semnalului.

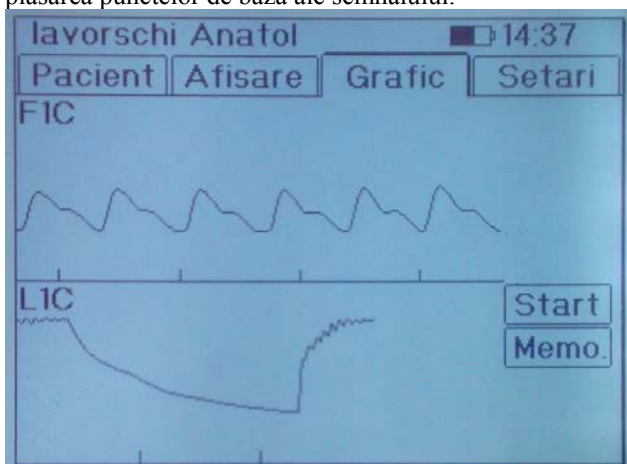


Fig.6 Afişarea a două semnale concomitent .

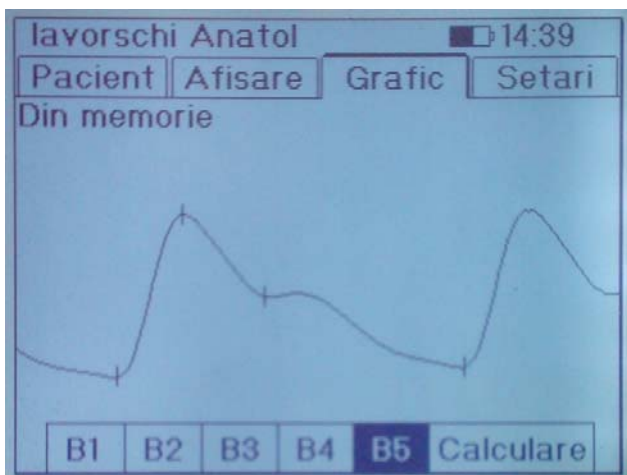


Fig.7 Afişarea unui semnal din memorie şi plasarea punctelor de bază.

Pagina „Setări” conţine setările dispozitivului: setarea orei şi datei, setarea timpului de funcţionare a LED-urilor de luminare a display-ului, vizualizarea stării memoriei dispozitivului şi opţiunea de deconectare a dispozitivului. O parte destul de mare din consumul de energie al dispozitivului o are consumul LED-urilor de iluminare a ecranului. Pentru a micşora consumul de energie al dispozitivului, este prevăzută deconectarea automată a acestei lumini peste un anumit timp, după ultima apăsare pe panoul Touch Screen. Durata aceasta de timp poate fi

setată alegând una din valori: 20, 40, 60 secunde sau deconectarea iluminării.

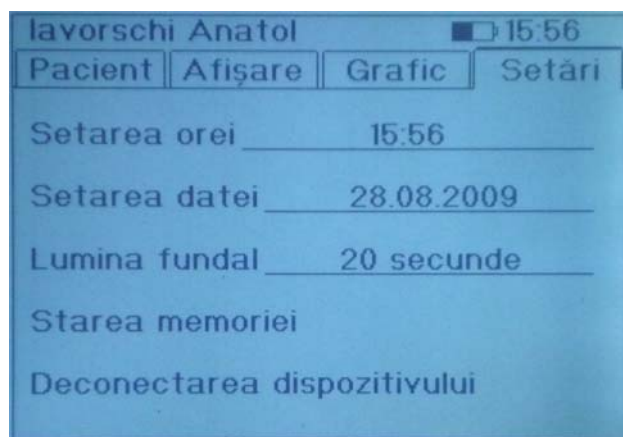


Fig.8 Pagina „Setări”

Memoria internă a dispozitivului este o memorie de tip SD Card. Acest tip de memorie are o serie de avantaje: volum mare de memorie, dimensiuni mici, cost redus, iar viteza mare de transmisie de date permite de a obţine performanţe ridicate în timpul stocării/citirii datelor din memorie. Memoria utilizată în dispozitiv este de 512 MB, ceea ce permite de a stoca în baza de date circa 4 mii pacienţi, fiecărui pacient revenindu-i un bloc de memorie pentru stocarea a cel mult 60 semnale. Fiecare semnal memorat constă din 2048 baiţi.

O altă funcţie importantă ce trebuie să o îndeplinească microprocesorul este comunicarea între dispozitiv şi calculatorul personal. Când se conectează, prin intermediul cablului USB, dispozitivul trece într-un regim comandat de funcţionare – dirijarea lui se face doar prin intermediul calculatorului personal.

Pentru a realiza comunicarea, se utilizează modulul de transmitere de date USART (Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter) încorporat în microprocesor.

Conectând dispozitivul cu calculatorul personal avem două opţiuni:

- Se poate colecta şi afişa semnalele fotopletismografice direct la ecranul calculatorului, având posibilitatea de a prelucra datele cu ajutorul softului specializat la calculatorul personal.
- Se pot citi datele stocate în baza de date a dispozitivului şi le copiem în baza de date a calculatorului, cu posibilitatea de a le completa cu alte date: vârsta, adresa pacientului ş.a. Fiecare semnal memorat în baza de date are indicată data şi ora când au fost preluate, ceea ce ne permite de a compara semnalele memorate în diferite momente de tratament.

III. DESCRIEREA SOFT-ULUI

Software-ul realizat permite transmiterea datelor si dirijarea dispozitivului prin intermediul calculatorului.

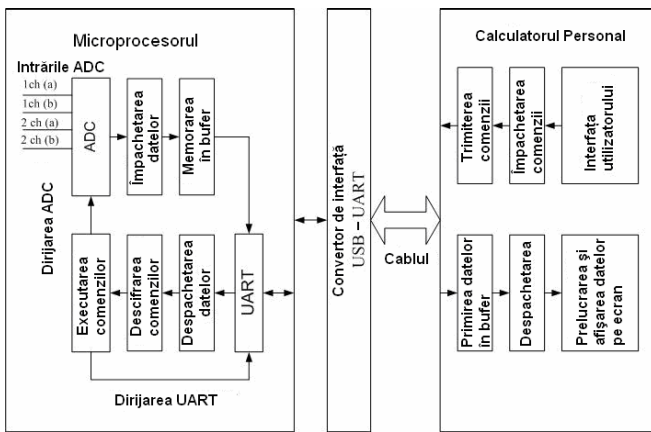


Fig.9 Schema bloc a modului de transmitere a datelor

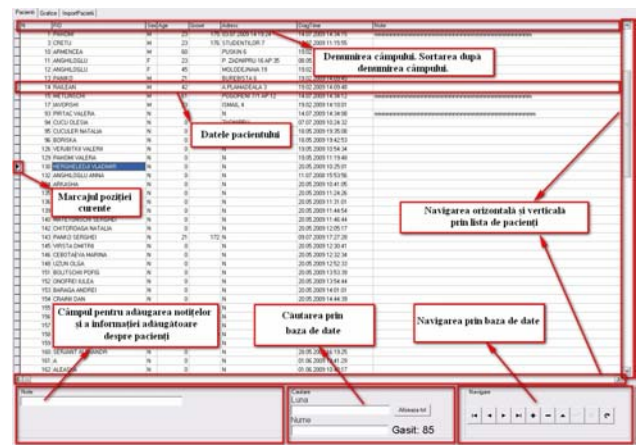


Fig.11 Baza de date a pacienților

Principalele elemente de comandă ale programului (Fig.10) sunt:

1. Panoul de instrumente – partea de sus a ferestrei programului;
2. Pagina „Pacienți”;
3. Pagina „Grafice”;
4. Pagina „Import Pacienți”.



Fig.10 Elementele principale de comandă ale complexului informațional FPG-2.

Panoul de instrumente este destinat pentru a efectua principalele operații în program, cum ar fi:

- Efectuarea conexiunii cu dispozitivul;
- Pornirea/oprirea afișării graficilor;
- Memorarea datelor despre pacient în baza de date
- Memorarea semnalelor preluate de la pacient în baza de date;
- Importarea datelor despre pacient și a semnalelor din memoria internă a dispozitivului;
- Copierea datelor despre pacienți, și a semnalelor acestora din memoria internă a dispozitivului în baza de date din calculatorul personal;
- Imprimarea semnalelor și a datelor pacienților;
- Afișarea informației despre program, autori și contacte;
- Închiderea programului.

Pagina „Pacienți” (Fig. 11) este destinată lucrului cu baza de date a pacienților și oferă următoarele posibilități:

- Afișarea listei de pacienți din baza de date;
- Sortarea listei de pacienți după unul din câmpii bazei de date;
- Căutarea unui pacient după nume sau data memorării;
- Introducerea unui pacient nou în baza de date, ștergerea, editarea datelor;
- Navigarea prin baza de date.

Pagina „Grafice” (Fig.12) este destinată lucrului cu baza de date a pacienților și oferă următoarele posibilități:

- Afișarea grafică a semnalelor componentelor lente și rapide a fotopletismogramelor;
- Calculul și afișarea parametrilor de bază a fotopletismogramelor;
- Afișarea nivelului semnalelor și a coeficientului de amplificare;
- Calcularea și afișarea amplitudinii reale a semnalului;
- Deplasarea graficului pe orizontală.

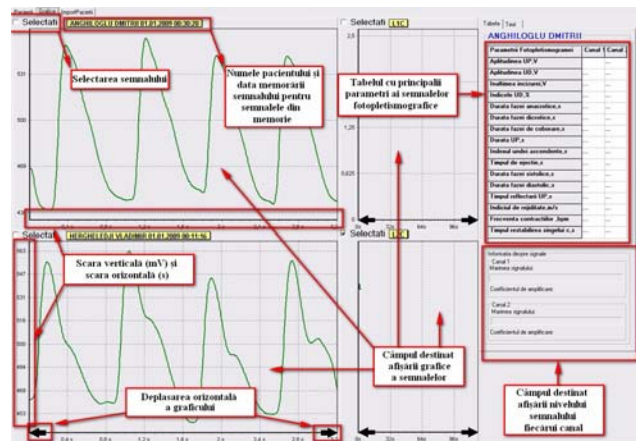


Fig.12 Pagina pentru afișarea graficelor.

Pagina „Import Pacienți”(Fig.13) este destinată importului din memoria internă a dispozitivului a datelor despre pacienți și a semnalelor acestora și oferă următoarele posibilități:

- Vizualizarea listei pacienților din memoria dispozitivului;
- Vizualizarea listei semnalelor memorate fiecărui pacient;
- Afișarea grafică a semnalelor;
- Calcularea rapidă a parametrilor fără memorarea semnalelor;
- Deplasarea graficului pe orizontală.

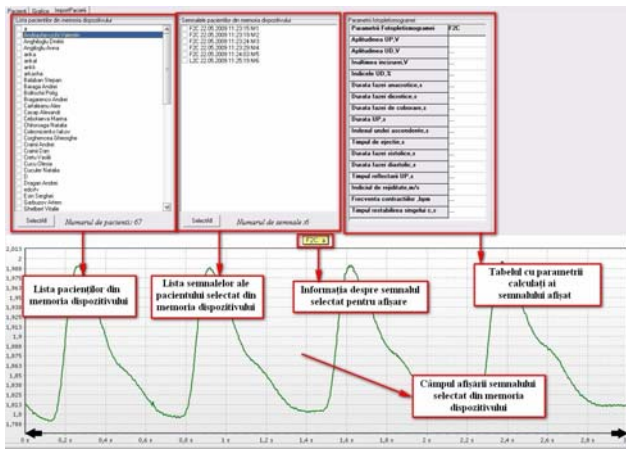


Fig.13 Pagina „Import Pacienti”.

Programul, de asemenea, permite imprimarea semnalului de fotoplethismogramă cu parametrii obținuți, precum și a informației referitoare la pacient, pentru o analiză ulterioară.

IV. CONCLUZII

Sistemul elaborat permite analiza în timp a fotoplethismogramelor, a variației lente a acestora, identificarea parametrilor calitativi, permite de a compara vizual fotoplethismogramele efectuate anterior și cele colectate la moment.

Sistemul are următorii parametri tehnici:

- Numărul de canale - 2 cu înregistrarea concomitentă componentelor lente și rapide ale fotoplethismogramelor;
- Unda de radiație, nm – 940;
- Banda de frecvență -0,6-18Hz;
- Frecvența de discretizare a semnalului, Hz – 100;
- Rangul convertorului digital-analog, biți – 10;
- Tipul interfeței cu calculatorul – USB;
- Interfața cu utilizatorul – panou touch-screen;
- Afișarea grafică a semnalului pe ecranul LCD;
- Capacitatea memoriei interne, MB – 512;
- Numărul maxim de pacienți – 4 000;
- Numărul de semnale memorate fiecărui pacient – 60;
- Durata unui semnal memorat, secunde: Componenta rapidă – 4, Componenta lentă – 80;
- Alimentarea – acumuloare reîncărcabile, 4x1,2 V, 2100 mAh, Ni-MH;
- Puterea consumată, W – 0,5;
- Timpul de funcționare autonomă, h – 20;
- Timpul de funcționare în regim standby, zile – 45;
- Masa dispozitivului, g – 400.
- Dimensiuni: 110X90X40 mm;

Sistemul de măsurare și prelucrare a fotoplethismogramelor are datele și caracteristicile tehnice (preț, dimensiuni, numărul de funcții îndeplinite, parametrii) înalte, competitive cu cele existente și poate fi recomandat pentru producerea și implementarea ulterioară în domeniul ocrotirii sănătății.

V. BIBLIOGRAFIE

- [1]. P. M. Рангайян. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. Москва, Физматлит, 2007.
- [2]. R. Sam, K. Darvall, D. Adam, S. Silverman, A. Bradbury, Digital venous photoplethysmography in the seated position is a reproducible noninvasive measure of lower limb venous function in patients with isolated superficial venous reflux. Journal of Vascular Surgery, Volume 43 (2006), Issue 2, pp. 335-341
- [3]. Nicolae Armencea, Victor Şonţea, Andrei Bragarenco, Dmitri Anghiloglu, Valeriu Pahomi Sistem de achiziție a semnalelor biomedicale, Proceeding of the 5th International Conference on Microelectronics and Computer Science” Chisinau 2007 V II pp 24-27.
- [4]. Nicolae Armencea, Victor Şonţea, Anatol Iavorshi, Dmitri Anghiloglu, Anatol Creţu. Identificarea parametrilor cantitativi a fotoplethismogramelor: Proceedings of The 2 nd International Conference Telecommunications, Electronics and Informatics” Chisinau, 15-18 may 2008. V I pp 159-164.