

## Електронна система за мониторинг на биомедицински параметри

Любомира Димитрова, Анелия Манукова, Иван Стоянов

***Electronic monitoring system for biomedical parameters:** The proposed monitoring system for biomedical signals summarizes some of the most important methods for determining the accuracy of the event occurred at the site. This system allows for detailed tracking of changes in the patient. Internal temperature of the patient, the temperature and humidity environment are among the most important parameters for determining the exact time of the event the in object.*

***Key words:** biomedical parameters, humidity and ambient temperature, internal temperature.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Известна е важноста от разработване и внедряване на ефективни методи и технологии в съдебната медицина с цел подобряване на качеството на технологичните операции и точността на получените резултати и заключения. Това води до активиране на редица дейности в национален, европейски и световен мащаб, насочени главно в приложение на комплексни научни изследвания.

Изхождайки от постановката, че определянето на давността на смъртта е доказателство, може да се отбележи, че резултатите от разработването на електронна система за диагностика на състоянието на обекта, ще представлява интерес от медицинска, съдебна и социална гледна точка.

Използваните методи и критерии за оценка на постморталните изменения на изследваните обекти са известни в литературата във вид на таблици, номограми и нормативи [1]. Реално не съществува единна обективна качествена и количествена техническа оценка за получаване на точна характеристика на изследвания обект, а от там произлизат и грешки.

В резултат на по-ниската степен на техническа и технологична готовност, особено при снемане и обработване на получените резултати, се наблюдават затруднения при прогнозирането на давността на смъртта, така нареченото събитие.

Целта на настоящата статия е да се представи структурна схема на електронна система за мониторинг на постморталните параметри на обект – биопотенциали и температура, и характерни параметри на околната среда, за повишаване на ефективността в изготвянето на обективни доказателства-приложения към медицинските експертизи от съдебните лекари.

### АНАЛИЗ НА СИСТЕМИТЕ ЗА ОЦЕНКА

Анализът на системите за оценяване на времето, в което е настъпило събитието, показва следните проблеми.

- Въпреки съществуващите методи и технологични нормативи, получените резултати варират в широки граници в зависимост от субективната преценка на работещия екип и неговата степен на техническа готовност.
- Системите за наблюдение и контрол, остават само за статистическа обработка;
- Изпълнителските кадри, работещи със съществуващата техника в отделенията по съдебна медицина, използват в повечето случай обучаващи методи за определяне на времето на събитието на базата на литературни източници, което допълнително води до разширяване на определения часови диапазон.

За получаване на качествени резултати по определяне на часовия диапазон на настъпване на смъртта от първостепенно значение е да се изпълнят точно операциите от технологично-медицинския процес на оглеждане на обекта чрез технически средства. От това зависи не само точната оценка на параметрите на обекта и определянето на давността на събитието, но и получаването на точен доказателствен материал към медицинската експертиза с придружаваща техническа документация и прилагането ѝ при изпълнение на всички последващи правни процеси и операции.

С настъпването на физическата смърт постоянството на температурата на телата се нарушава. Постморталните процеси на терморегулация на организма са изместени от физическите закони за енергията [1]. Тяло постепенно изстива, докато неговата температура не достигне температурата на околната среда, а понякога спада и с  $0,5^{\circ}$  до  $1^{\circ}\text{C}$  под нея заради изпарението на влагата от повърхността на тялото.

Спадането на температурата на обекта започва около 45 до 60 минути след настъпването на събитието. Това се обяснява с продължаващите процеси на обмен във вътрешността на топлото тяло. Охлаждането започва от вън навътре.

### СТРУКТУРА НА ЕЛЕКТРОННАТА СИСТЕМА

В съдебната медицина е изключително важно прецизният мониторинг на показателите на обекта за точното определяне на момента на събитието. На базата на проведените предварителни изследвания на биопотенциалите на обекти, се приемат за информационни мускулните структури на тялото.

Това изисква включването на прецизни електронни сензори за измерване на биопотенциали, методи за анализ и критерии за оценка на изследваните параметри.

На фиг.1 е представена блоковата схема на електронната система за мониторинг, а на фиг.2 - структурната схема на измервателната част на електронната система.

След настъпване на физическата смърт на индивида до 48-ия час от събитието, клетките му продължават да притежават биопотенциал, който след измерване да дава информация за часа на събитието. Този сигнал намалява по амплитуда във времето и е необходимо да се усилва [2,3]. Използва се инструментален усилвател INA121, характеризиращ се с високо входно съпротивление и коефициент на потискане на симфазните сигнали. Усиленият сигнал преминава през високочестотен филтър с гранична честота от 100 Hz за премахване на смущенията, получени от различни артефакти при измерването [4,5].

Вътрешната телесна температура на пациента, както и температурата и влажността на околна среда са едни от най-важните параметри за определяне на точния час на настъпване на събитието на индивида. Скоростта на спадане на телесната температура зависи от следните основни фактори – тегло, възраст, облекло на обекта, температура и влажност на околната среда или помещението.

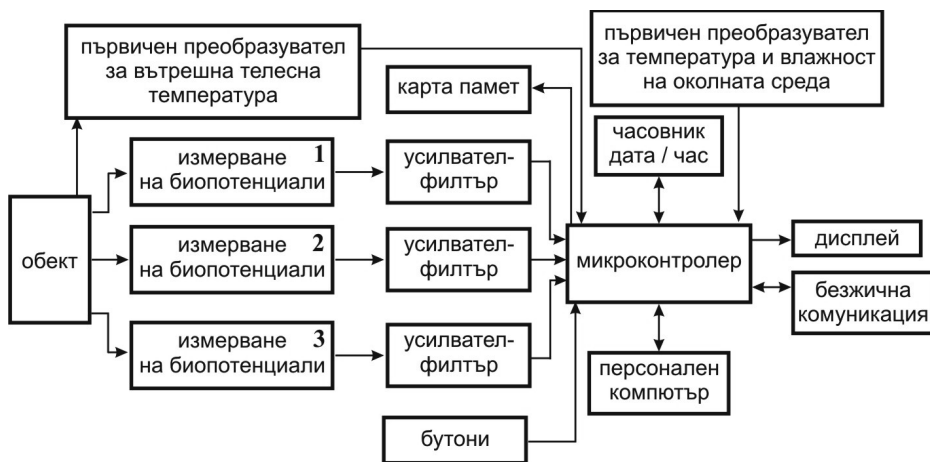
Най-силно въздействие върху скоростта на охлаждане на обекта има температурата на околната среда. Ако охлаждането се извършва в закрито помещение със стайна температура в интервала от  $15^{\circ}\text{C}$  до  $23^{\circ}\text{C}$ , телесната температура спада с около  $1^{\circ}\text{C}$  на час.

Един от най-точните методи за определяне на телесната температура е измерената ректална температура на обекта. Това е щадящ метод за изследвания индивид, а същевременно е удобен при изследване. Определянето на ректалната температура става с помощта на първичен преобразувател ADT7410 с висока точност на измерване. При стъпка на 16bit режим тя е от порядъка на  $0,0078^{\circ}\text{C}$ .

Измерването на биопотенциали се осъществява в три контролни зони на

пациента, усилват се и филтрират. Осигурената връзка чрез микроконтролера между измервателния блок и персоналният компютър позволява резултатите да се следят в реално време, да се съхраняват във външна памет и да се обработват. Използван е микроконтролер PIC18F4550, чиито основни предимства са USB връзка, бързодействие и вграден мултиплексор. Микроконтролерът е от ново поколение, произведен по nanoWatt технология, която позволява да намали консумацията до 90% от номиналната в периодите между измерванията. Това дава възможност за по-дълъг период на работа при мобилно захранване.

За определяне на температурата и влажността околната среда или помещението е използван първичен преобразувател SHT21, който представя в цифров вид околна температура в 14bit разряд и влажността в 12 bit разряд, и се характеризира се с висока точност при измерване от 2%.



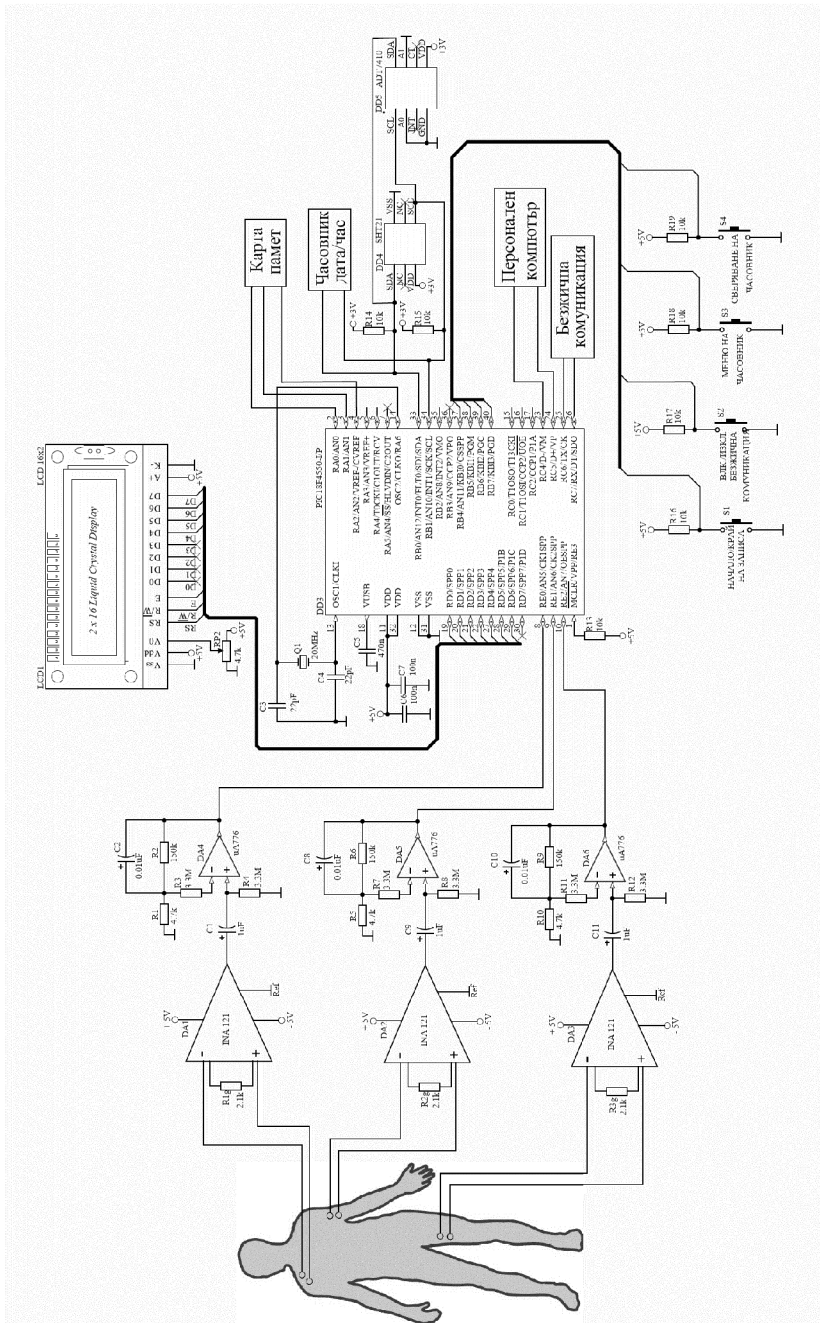
Фиг. 1. Блокова схема на електронна система за мониторинг на биопотенциали

Достоверното представяне на данните изисква снемането им да е съпроводено със съхраняване на година, месец, дата и час, което налага включването на часовник за реално време със собствено захранване - литиева батерия. По този начин интервалите от време на индивидуалните отчети не зависят от захранването на системата.

За удобство на съдебните лекари при полеви условия е предвидена безжична комуникация за прехвърляне и обработка на данните към персонален компютър, което е основно предимство при мониторинг на биомедицински параметри. Съхраняването на данните за целия часов интервал на изследване се осъществява и на външна памет - SD карта, чието обслужване е достъпно и надеждно. В лабораторни условия е предвидена директна връзка на електронната система със стационарен компютър, което е допълнително удобство при работа със системата.

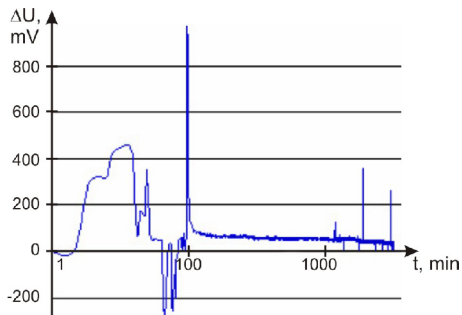
Предвидени са управляващи бутони за контрол на работата:

- Бутон S1 е поставен за отбелязване на начало или край на записа;
- Бутон S2 включва или изключва безжичната комуникация;
- Бутон S3 се използва за менюто на часовника;
- Бутон S4 – за сверяване на часовника.



фиг.2. Структурна схема на електронна система за мониторинг на биомедицински параметри

## РЕЗУЛТАТИ ОТ ПРЕДВАРИТЕЛНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ



Фиг.3. Изменение на постморталния биоелектричен потенциал във времето

Направени са предварителни изследвания в лабораторни условия в МБАЛ Русе, отделение по „Съдебна медицина“, фиг.3. Графиката е представена в полулогаритмичен мащаб, за да се локализира по отчетливо характерните зони с биологична активност. Забелязват се бавни колебания до 1-вия час и бързи отскоци между 1-вия и 4-ия час на амплитудата на биоелектричния потенциал от началото на събитието. След 4-ия час амплитудата намалява равномерно във времето.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представена е структурна схема на електронна система за мониторинг на постморталните параметри на обект – биоелектрични и температура, и характерни параметри на околната среда, с цел повишаване ефективността в работа съдебните лекари при изготвянето на обективни доказателства към медицинските експертизи.

Предложената електронна система за мониторинг на биомедицински сигнали дава възможност за реално въвеждане на методите в практиката при определяне точността на настъпилото събитие според медицинските критерии. Тази система позволява детайлно следене на настъпващите промени в тялото на пациента.

Разработената електронна система превръща съществуващите методи в обективно доказателство за съдебните лекари.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Раданов С. „Съдебна медицина и медицинска деонтология“, Ciela, София, 2006, 621 стр.

[2] AAMI, American National Standard, Safe Current Limits for Electromedical Apparatus (ANSI/AAMI ES1-1993). Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1993.

[3] Enrique Company-Bosch, Eckart Hartmann, „ECG Front-End Design is Simplified with MicroConverter“, Analog Dialogue Volume 37, Number 11, 2003.

[4] Firth J. and Errico P., „Low-Power, Low-Voltage IC Choices for ECG System Requirements“, Analog Dialogue, Volume 29, Number 3, 1995.

[5] Webster John G., Medical Instrumentation. Application and Design. 3rd edition, Wiley, 1998.

## За контакти:

маг.инж. Любомира Димитрова, ред.докторант, катедра „Електроника“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: (082) 888 682, e-mail: lidimitrova@ecs.uni-ruse.bg.

доц. д-р инж. Анелия Манукова, катедра „Електроника“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: (082) 888 366, e-mail: amanukova@ecs.ru.acad.bg.

д-р Иван Стоянов, отделение „Съдебна медицина“, МБАЛ-Русе АД, тел.: (082) 834 361, [mentat@abv.bg](mailto:mentat@abv.bg).

Докладът е рецензиран.