

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ “СВ. КЛИМЕНТ
ОХРИДСКИ”



Факултет по математика и информатика

катедра “Информационни технологии”

магистратура “Био- и медицинска информатика”

ДИПЛОМНА РАБОТА

на тема: *Разработване на информационен сайт*

“Изследване на работа на сърце с метода на

електрокардиографията”

на Лушка Лукова Раленекова, фак. № М-21 148

Научен ръководител: ст. н. с. дбн Върбан Савов

Научен консултант: н.с. I ст. д-р Румен Маринов

София

2005 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

ВЪВЕДЕНИЕ	4
------------------------	----------

ГЛАВА ПЪРВА

ИСТОРИЧЕСКИ ПРЕГЛЕД В РАЗВИТИЕТО НА ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯТА

1.1. История на електрокардиограмата и електрокардиографа	9
--	----------

1.2. Физични основи на електрокардиографията

1.2.1. Механизми на формирането на електрокардиограма на човека (модел на Айнтхофен)	15
--	----

1.3. Проучване на съществуващи Интернет разработки с учебно съдържание от областта на електрокардиографията	22
--	-----------

ГЛАВА ВТОРА

КОМПЮТЪРНО БАЗИРАНИ МЕДИЦИНСКИ СИСТЕМИ ЗА ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

2.1. Кратък преглед на подобни системи в чужбина и у нас

2.1.1. Система за анализ на сърдечния ритъм	25
2.1.2. Компютърен електрокардиограф	27
2.1.3. Устройство за ЕКГ-мониторинг	28
2.1.4. Проект “Телемедицина”	34

ГЛАВА ТРЕТА

МЕТОДИКА НА РАБОТАТА

3.1. Цел и задачи на дипломната работа	36
3.2. Източници на данни и материали	37
3.3. Описание на сайта	
3.3.1 Проектиране и структуриране на съдържанието	37
3.3.2. Избор на интерфейс с потребителя	47
3.3.3. Предимства на сайта	51
3.3.4. Предназначение на сайта	52
3.4. Методологически аспекти за реализиране на целта	
3.4.1.Описание на избраните информационни технологии за реализация на поставената задача	53
3.4.1.1. HyperText Markup Language (HTML)	53
3.4.1.2. Скриптов език - Java Script	55
3.4.1.3. Cascading Style Sheets (CSS)	56
3.4.1.4. Adobe ® Photoshop®	57
3.4.2. Публикуване и достъпност в Интернет	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
ЛИТЕРАТУРА И ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ	62

ВЪВЕДЕНИЕ

Информационните технологии са динамично развиваща се област с глобално разпространение, обхващащи почти всички области от съвременния живот на обществото. Те дават светкавично точни диагнози, обработват данни, превеждат и съхраняват огромно количество информация, с тях се осъществява контрол на производството. В последните няколко години информационните технологии намират все по-голямо приложение и в съвременните биологични и медицински изследвания. Това дава възможност науката да отбелязва решителна крачка напред в постигането на синергизъм между знания и практически приложения в съвременните направления на биомедицинските изследвания (медицинска диагностика) и информационните технологии (Интернет базирани медицински приложения).

Така например, в медицинската диагностика широко се използва електрокардиографския метод за изследване на сърдечната дейност. С него се регистрира преразпределението на биологичните потенциали в клетъчните структури на сърдечния мускул, в резултат на процесите на деполяризация и реполяризация на кардиомиоцитите (от възбудно-проводната тъкан на миокарда). Както е известно, функционирането на живите клетки се съпровожда с възникване на трансмембранни потенциали [13]. Клетките, които изграждат като цяло даден орган, създават една сложна картина на неговата електрична активност. Тя е сумарен резултат от електричната активност на отделните клетки, която е пряко зависима от структурата на органа, а така също и от процесите на метаболизма и регулация. Като цяло, електричната активност отразява в по-голяма степен функционалното състояние на клетките, тъканите и органите, а регистрирането и анализът на електричната активност

позволяват да се извършват биофизични и медицински изследвания, за да се наблюдава и контролира работата на органите за целите на клиничната диагностика.

В топлокръвните гръбначни животни движението на кръвта се извършва основно за сметка на извършената работа от сърцето, чиято непрекъсната активност се регулира както от нервната, така и от ендокринната системи. При всяко съкращаване на сърцето, в него се наблюдават определени изменения на електричния потенциал, който се разпространява по повърхността на тялото [3]. По този начин, може да се определят нарушенията на функционалната активност на отделни структури на сърцето.

Методът за регистрация на потенциалите на електричното поле на повърхността на тялото за изследване на работата на органите или тъканите, се нарича *електрография*, а зависимостта на измерената разлика на потенциалите, възникваща при функционирането на органа, от времето се нарича *електрограма*. Анализът на електрограмите включва разкриването на редица феноменологични и биофизични показатели.

Най-широко разпространение в медицинската диагностика има изследването на електричната активност на сърцето – *електрокардиографията* /ЕКГ/ като метод за записване на електрични сигнали, носещи информация за сърдечната дейност.

Електрокардиограмата отразява сумарните електрични явления в сърцето, които се проектират върху различни части на тялото. Тази проекция фактически отразява деполяризацията и реполяризацията на сърцето по време на сърдечния цикъл и разпространяването на възбудната вълна. Електрокардиограмата е важен диагностичен показател за работата на сърцето и някои характерни заболявания – инфаркт, сърдечен блок, аритмии,

екстрасистоли и др., тъй като именно от електрокардиограмите лекарите извличат информация за сърдечния ритъм и откриват различни сърдечни заболявания.

Актуалността на разработката се свързва с непрекъснато нарастващия брой и динамичното развитие на сърдечно-съдовите заболявания, които са в основата на повечето смъртни случаи на населението във всички страни в света. По данни на Световната здравна организация /СЗО/ главната причина за смъртността на населението са заболяванията на сърдечно-съдовата система, като 35-60% от тях е исхемичната болест на сърцето. Заболяванията на сърдечно-съдовата система заемат едно от първите места сред заболяванията на вътрешните органи. Те често са причина за загуба на работоспособността и преждевременната смърт. Ето защо е изключително важно човек да познава своето сърце и да се предпазва от появата на сърдечно-съдови заболявания. Този тип заболявания представляват основен дял от заболяванията на възрастното население във всички страни в света и са основна причина за смъртността през последните десетилетия. В България те предизвикват 62-65% от общата смъртност на населението. Най-честите форми на сърдечно-съдовите болести са исхемична болест на сърцето, мозъчно-съдова болест и високо кръвно налягане. В България особено висока е смъртността от мозъчен инсулт, като според неговата честота нашата страна се нарежда на 5-6 място в света и на едно от първите места в Европа.

През последните 10 години са направени редица изследвания, които дават възможност да се уточнят съществени въпроси на клиничната електрокардиография и да се предложат по-точни и лесно приложими критерии за ЕКГ-диагноза на различни болестни състояния на сърцето [16]. Сърдечно-съдовите заболявания са

характерни с динамично развитие на патологичните състояния, поради което е необходим постоянен контрол на пациентите. Лечението на сърдечно-съдовите болести изисква също висока квалификация и богат клиничен опит, бърза и точна диагноза, които са основа за правилно лечение и преценка на прогнозата.

Основна задача на кардиологията е да се намали риска от възникване на сърдечно-съдови заболявания (профилактика, превантивна кардиология), а една от основните задачи на клиничната диагностика е чрез измерване и регистриране на ЕКГ да се определи функционалното състояние на сърцето. В тази насока се определят и целите на дипломната работа, а именно:

- да се направи исторически преглед на метода на електрокардиографията;
- да се покаже как с помощта на информационните технологии може да се помогне за изграждане на практически умения за правилно интерпретиране на електрокардиографията като диагностичен метод;
- да се създаде Интернет базирано приложение, което да засили синергизма между медицинската диагностика и информационните технологии в лечебната практика.

Главната цел на дипломната работа е да се изгради средство с помощта на информационните технологии, което да улесни процеса на изучаване на сърдечните проблеми при разчитането на електрокардиограмите и по този начин да се помогне на обучаващите се да овладеят сложния процес на разчитане и анализиране на електрокардиограмата. Разработването на Интернет практическо ръководство по клинична електрокардиография дава възможност в достъпен вид да се представят основите на съвременната електрокардиография и диагностичните критерии за

ЕКГ за оценка на различни болестни състояния.

От целта на дипломната работа се поставя и една нелесна, но широко приложима задача – компютъризиране или създаване на информационен сайт (електронен вариант на учебник-книга) с достъпен и облекчен визуален подход към усвояването на знанията и уменията, необходими за разчитането и анализирането на дадена електрокардиограма стъпка по стъпка. Такъв сайт би могъл да бъде подходящо средство за студенти и специалисти по медицина с малко познания за електрокардиографията, а също и за всички, които проявяват интерес към електрокардиографията. Сайтът има за цел не само да помогне за обучаването на своите ползватели да разчитат електрокардиограми и да могат да дешифрират и анализират резултата от ЕКГ-изследванията, а също така и да усъвършенства информационното обслужване на потребителите на здравна информация. Предназначението на един такъв информационен сайт е ориентирано директно за целите на медицинската диагностика и изследвания.

Причината за разработването на подобен сайт с учебно съдържание на тема “Изследване работата на сърце с метода на електрокардиографията” е отсъствието на подобни разработки на български език в Интернет пространството. А с разработването на Интернет базирано медицинско приложение в областта на електрокардиографията се затвърждава и тясната взаимовръзка между медицинската диагностика и информационните технологии.

ГЛАВА ПЪРВА

ИСТОРИЧЕСКИ АСПЕКТИ В РАЗВИТИЕТО НА ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯТА

1.1. История на електрокардиограмата и електрокардиографа

Въпреки развитието на много нови неинвазивни и инвазивни инструментално-диагностични методи в кардиологията, включително електрофизиологични, електрокардиографията в своето клиническо изпълнение с 12 ЕКГ-отвеждания остава най-древната и базисна диагностика за оценка на ритъмно-проводната патология и промени на електричния потенциал на сърцето в норма и при различни патологични състояния.

За първи път електричната картина на сърдечната дейност се отбелязва от Кьоликер и Мюлер (Kelliker, Müller) през 1856 година, а първият опит за регистриране на електричните явления в сърцето е направен от Валер (Waller) през 1889 година. Точното измерване на електрокардиограма е осъществено по-късно от Айнтофен (Einthoven) с помощта на струнен галванометър, а през 1903 година той създава и първия електрокардиограф. Айнтофен определя и буквите P, Q, R, S и T за означаване на отделните отклонения в електрокардиограмата и описва електрокардиографичните характеристики на редица сърдечно-съдови смущения. За своето откритие през 1924 година Айнтофен получава Нобелова награда по физиология и медицина. По този начин се слага основата на електрокардиографията като един от най-разпространените методи в клиничната медицина.

Ако проследим историческото развитие на електрокардиографията от самото начало ще открием, как отделни факти

като убиването на птици с електричество (1775г.), наемането на лабораторни асистенти готови да пъхнат ръката си в кофи с физиологичен разтвор (1887г.), правенето на електрокардиограма на животни и проследяването им до кланницата (1909г.), безразборните заразявания с ангина пекторис (1931г.) и хипотермични кучета (1953г.) са помогнали да се усъвършенстват съвремените познания за електрокардиографията като диагностично средство. И защо всъщност електрокардиограмата е наричана PQRS (1895г.) [23]?

Развитието на електрокардиографията и електрокардиографа преминава през следните периоди:

1.1.1. Периода: XVII век – XVIII век - времето, през което се изучава електричеството, наблюдават се неговите ефекти върху животински тъкани и откриването на “електричество у животните”;

С този период се свързват имената на редица учени и техните открития от цял свят, най-важните от които са:

1600г. – Уилиам Гилбърт /William Gilbert/, лекар на кралица Елизабет I, президент на Кралския колеж по медицина и създател на “магнитната философия” въвежда понятието ‘*electricity*’ за обекти (изолатори), които “задържат” статичното електричество;

1646г. – Сър Томас Браун /Sir Thomas Browne/, лекар, първият, който използва думата “electricity” (електричество);

1662г. – Рене Декарт /Rene Descartes/, френски философ, обяснява човешкото движение от гледна точка на сложно механично взаимодействие на нишки, пори, преходи от едно състояние в друго и “животински дух”;

1791г. – Галвани открива, че електрическата стимулация на сърцето на жаба причинява сърдечно-мускулно свиване;

1792г. – Алесандро Волта /Alessandro Volta/, италиански учен и изобретател, който се опитва да опровергае теорията на Галвани,

смятайки, че електрическият ток идва от металите, а не от животинските тъкани.

1.1.2. Периода: 1800г. – 1895г. – времето, през което се проектират прецизни инструменти, които могат да откриват малките електрически “потоци” в сърцето;

През този период се правят редица важни открития като:

1820г. – Йохан Швайгер /Johann Schweigger/ създава първия галванометър;

1842г. – Карло Матеучи (Carlo Matteucci), италиански професор по физика, показва, че електричният ток съпровожда всеки сърдечен удар;

1856г. – Рудолф Кьоликер (Rudolph von Kelliker) и Хайнрих Мюлер (Heinrich Müller) потвърждават теорията, че всеки удар на сърцето се съпътства от електричен ток. Наблюдават конвулсии, за които по-късно ще се разбере, че са породени от електрическите токове на QRS- и Т -вълните. Така те отбелязват за първи път *електричната картина на сърдечната дейност* и по този начин слагат основата на електрокардиографията като един от най-разпространените методи в клиничната медицина.

1878г. – Джон Бърден Сандерсън (John Burden Sanderson) и Фредерик Пейдж (Frederick Page), британски физиолози, които записват сърдечния електричен поток с капилярна електрометрична и показват, че се състои от две фази (по-късно наречени QRS и Т);

1887г. – Аугустус Уолър (Augustus D. Waller), английски физиолог, който публикува електрокардиограма на човешко сърце;

1889г. – Уилям Айнтхофен (Willem Einthoven), холандски физиолог, наблюдава как Уолър (Waller) демонстрира неговата техника на кучето си Джими, което търпеливо стои с лапи в стъклени буркани с физиологичен разтвор;

1891г. – Уйлям Бейли (William Bayliss) и Едуард Старлинг (Edward Starling), английски физиолози подобряват капиларния електрометър. Те показват три вида отклонения съпровождащи всеки сърдечен удар. По-късно те са наречени P, QRS и T;

1893г. – Уйлям Айнтофен (Willem Einthoven) въвежда понятието “електрокардиограма” на среща в холандската медицинска асоциация;

1.1.3. Периода: от 1895 г. до днес – в този период е направен първият точен запис на електрокардиограмата и нейното развитие като клинично средство;

През 1895 г. Айнтофен, използвайки подобрения от него електрометър и правилна формула за разчитане, разграничава пет отклонения, които той нарича P, Q, R, S и T.

А защо точно тези отклонения се отбелязват като PQRST, а не ABCDE?

Четирите отклонения, получени преди откриването на правилната формула са били означени с буквите A B C D, а петте отклонения, получени с коригираната по-късно формула се означават като P Q R S T. Изборът на буквата P е математически обусловен (установена практика в математиката е да се използват букви от втората половина на азбуката). Буквата N има други значения в математиката, а буквата O се използва за означаване на началото на Декартовата координатна система. Всъщност Айнтофен използвал буквите O ... X за означаване на линията на времето в своите диаграми. А буквата P е просто следващата буква. Голяма част от работата започнала да придобива правилната форма на електричните сигнали като ЕКГ-вълни с отстраняване на замъгляващия ефект на движещите се части на усилвателите и използването на правилната формула. Ако се погледнат диаграмите

на Айнтхофен от 1895 година се забелязва колко близко те са били до записите от струнния галванометър и съвременните електрокардиограми. Изображението на PQRS-диаграмата може би било достатъчно поразително, за да бъде прието от изследователите като правилно представяне на основната форма. Наименуването било логически продължено по същата договореност, когато няколко години по-късно подобреният струнен галванометър започнал да “създава” електрокардиограми.

През 1901г. Айнтхофен създава нов галванометър за създаване на електрокардиограми, използвайки фина кварцова нишка, покрита в сребро. Неговия струнен галванометър тежал 600 фунта, а през 1902г. Айнтхофен публикува *първата електрокардиограма*, записана със струнния галванометър. На 22 март 1903г. е записана първата електрокардиограма на здрав и енергичен мъж, а високите R-вълни се обясняват с карането на колело от лабораторията до болницата, където е направена електрокардиограмата. По-късно през 1906 г. Айнтхофен публикува първата презентация на нормална и абнормална електрокардиограма, направени със струнен галванометър; Описани са редица патологични състояния като: лява и дясна камерна хипертрофия, лява и дясна предсърдна хипертрофия, U-вълна, за първи път се отбелязва, камерна бигеминия и др.;

През 1912г. Айнтхофен описва равностраничен триъгълник, образуван от неговите стандартни отвеждания I, II и III, по-късно наречен *триъгълник на Айнтхофен*. По това време се използва за първи път и абривиатурата ЕКГ. Последват редица значими за развитието на електрокардиографията открития, а именно:

1920г. – Харолд Парди (Harold Pardee), Ню Йорк, публикува първата електрокардиограма на остър миокарден инфаркт при

човека;

1924г. - Айнтхофен печели Нобелова награда за създаването на електрокардиографа;

1926г. – лекар (който пожелал да остане анонимен) в Сидни, Австралия, връща в съзнание новородено бебе с електрическо устройство, по-късно наречено пейсмейкър;

1931г. – д-р Алберт Хайман (Albert Human) патентова първия *“изкуствен сърдечен пейсмейкър”*; Неговата цел била да създаде устройство достатъчно малко да се събере в лекарската чанта и да стимулира дясната предсърдна област на сърцето с подходящо изолирана игла при експерименти върху животни;

1942г. – Емануел Голдбергер (Emanuel Goldberger) увеличава напрежението на едноплюсните отвеждания на Уилсън с 50 % и създава отвежданията от крайниците – aVR, aVL, и aVF. Прибавяйки тези отвеждания към трите отвеждания на Айнтхофен и 6 гръдни отвеждания се получават съвременните 12 отвеждания, използвани в електрокардиографията;

1947г. – Клод Бек (Claude Beck), сърдечно-съдов хирург в Кливланд, САЩ, успешно дефибрира човешко сърце;

1949г. – Норман Джеф Холтер (Norman Jeff Holter), лекар, разработва *“75 фунтова раница”*, която може да записва електрокардиограмата и да предава сигнала. Неговата система, монитора на Холтер, по-късно със значително намалени размери и комбинирана с лента или цифров запис, е използвана за запис на подвижни електрокардиограми;

1966г. – Франсоа Десертен (Franzosis Dessertenne) от Париж публикува първия случай на камерната тахикардия 'Torsade de pointes';

1993г. – Роберт Заленски (Robert Zolenski), професор по

спешна медицина, заедно с колеги публикуват влиятелна статия за клиничната полза на електрокардиограма с 15 отвеждания, която използва V4R, V8 и V9 в диагнозите на остър коронарен синдром. Тези допълнителни отвеждания засилват чувствителността на електрокардиограмата в откриването на миокарден инфаркт.

Технологията на електрокардиограмата, която е на повече от 100 години все още се използва за откриване на нови клинични обекти в кардиологията.

1.2. Физични основи на електрокардиографията

1.2.1. Механизми на формирането на електрокардиограма на човека (модел на Айнтхофен)

Биопотенциали и методи за тяхното измерване.

Биопотенциали се нарича разликата на потенциалите на вътрешноклетъчната и външната среда, разделени от биологичната мембрана. Биопотенциалите се разделят на стационарни – потенциали на покой и бързо изменящи се – потенциали на действие.

Потенциал на покой – това е стационарната разлика на електричните потенциали, определена от трансмембранната дифузия на йоните. Тя се регистрира с вътрешноклетъчни микроелектроди във всички живи клетки. Основни носители на тока при генерация на потенциала на покой са неорганичните йони, от които най-важна роля играят K^+ , Na^+ , Cl^- .

Потенциал на действие. Потенциал на действие на кардиомиоцита се нарича електричният импулс, създаващ се от дифузията на неорганичните йони през възбудената мембрана на сърдечния мускул: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} и Cl^- . Продължителността на импулса е около 250 мс.

Най-важната функция на потенциала на действие е генерацията на съкращения в мускулните клетки.

Характеристика на потенциала на действие.

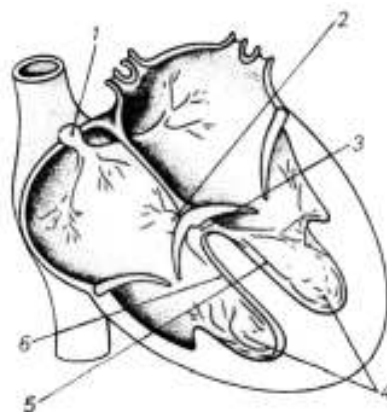
Сърдечната дейност – съкращаване (*systola*) и разпускане (*diastola*), се извършват с ритмична последователност. Предсърдията и камерите работят в последователен режим. Свойството на сърдечния мускул да се съкращава е автономно, т.е. то не е свързано с действието на външни фактори, например, с действието на нервната система. Това е причина за редица функционални различия по отношение на скелетната мускулатура.

Тъй като работната мускулатура на сърцето образува мускулен сплит, всяко възбуждане се предава на всички клетки в цялата система. В резултат на това, функционирането на сърцето е подчинено на закономерността ”всичко или нищо”. Тази закономерност се проявява в пълна сила от момента, когато въздействащото дразнене премине праговата си стойност. Силата на дразнене за разлика от скелетната мускулатура не оказва влияние върху размера на свиването.

Потенциалът на действие се разпространява по проводящи пътища (нервните влакна на предсърдията, крачетата на снопчето на Хис, влакната на Пуркиние) от източника на импулси – синусовия възел в дясното предсърдие към всички съкратителни клетки на сърдечния мускул.

Експерименталните данни показват колко сложен е процесът на разпространение на възбуждането по различните части на сърцето (Фиг.1). Скоростите на разпространение на възбуждането варират в сърцето както по посока, така и по стойност: така в стените на предсърдието възбуждането се разпространява със скорост 30-60 см/с, а в атриовентрикуларния възел с 2-5 см/с, в снопчето на Хис -

100-140 см/с.



Фиг.1. Надлъжен разрез на човешко сърце (проводяща система)- 1.-синусов възел; 2.-атриовентрикулярен възел; 3.-ствол на Хисовото снопче; 4.-влакна на Пуркине; 5.-дясно Хисово снопче; 6.-ляво Хисово снопче.

Не е възможно да се направи математическо описание на разпределението на мембранните потенциали в целия обем на сърцето във всяка клетка и изменението на тези потенциали във времето, т.е. не би могло да се създаде математичен модел на пълното описание на електричното състояние на сърцето.

Ето защо в съответствие с принципа на *еквивалентния генератор*, сърцето се заменя с еквивалентен генератор на ток, електричното поле, на който е близко по свойствата си на електричното поле, създавано от сърцето.

Генезис на ЕКГ. Основните положения на теорията на Айнтхофен са:

1. Сърцето се разглежда като електричен токов дипол, притежаващ диполен момент \vec{E} . Векторът \vec{E} е векторна сума от диполните моменти на различни микроучастъци на сърцето. Този

резултантен вектор се нарича *интегрален електричен вектор на сърцето* - ИЕВС, ($\vec{E} = 0$).

2. Диполът е разположен в еднородна електропроводяща среда, която са тъканите на организма.

3. Векторът \vec{E} се изменя при работа на сърцето по стойност и по посока. Това е резултат от последователността на разпространение на възбуждането в различните отдели на сърцето от върха на сърцето по стените на дясната и лявата камера до неговата основа.

4. Разликата на потенциалите между точките на повърхността на тялото (например, между лявата и дясната ръка) е пропорционална на проекцията на вектора \vec{E} върху линията, съединяваща точките на снемане.

5. Лявата ръка, дясната ръка и левият крак образуват така нареченият триъгълник на Айтхофен и са стандартните точки за снемане на ЕКГ в I, II и III отвеждания.

$$\text{I отвеждане: } \Delta\varphi_I = \varphi_{LP} - \varphi_{DP} = KE_I;$$

$$\text{II отвеждане: } \Delta\varphi_{II} = \varphi_{LK} - \varphi_{DP} = KE_{II};$$

$$\text{III отвеждане: } \Delta\varphi_{III} = \varphi_{LK} - \varphi_{LP} = KE_{III}.$$

Анализът на ЕКГ включва разкриването на редица феноменологични и биофизични показатели:

1. Определяне на съществуване на изразени ритмични колебания на разлика на потенциалите с квазипостоянна честота и слабо изменяща се амплитуда.

2. Чрез тях се описва присъствието на отделни негативни и позитивни вълни (зъбци), тяхното съчетание като двуфазна или трифазна вълна. Вълните на ЕКГ не са физично явление на разпространяване на колебанията на потенциала в пространството, а

наблюдавана картина на варирането на разликата на потенциалите във времето, която се регистрира в дадено място на организма.

3. Измерват се времевите интервали между различните вълни на ЕКГ.

4. Определя се съответния дял на различни честоти в ЕКГ. Един от използваните начини за това е пресмятането на спектъра на мощност.

5. Определят се статистическите показатели на ЕКГ, отразяващи осреднените стойности на колебанията на разликите на потенциалите, корелацията на електричната активност на клетките.

Регистрирането на конкретна електрограма чрез налагане на електроди върху определени участъци на тялото се нарича *отвеждане*. Снемането на електрограми се извършва с използване на два активни електрода или единият от тях се подбира като индиферентен. Той се разполага или на голямо разстояние от органа по отношение на активния електрод или се подключва към няколко точки от тялото, чиято сума на потенциалите е нула. За детайлното анализиране на биопотенциалите на органа и неговото състояние обикновено се прилагат няколко системи на отвеждащи електроди.

Пространственото разпределение на биопотенциалите включва:

1) повърхности с еднакъв потенциал (еквипотенциални повърхности) вътре в организма;

2) еквипотенциални линии на повърхността на тялото или органа;

3) зависимост от стойността на биопотенциалите на органа от разстоянието до мястото на отвеждане.

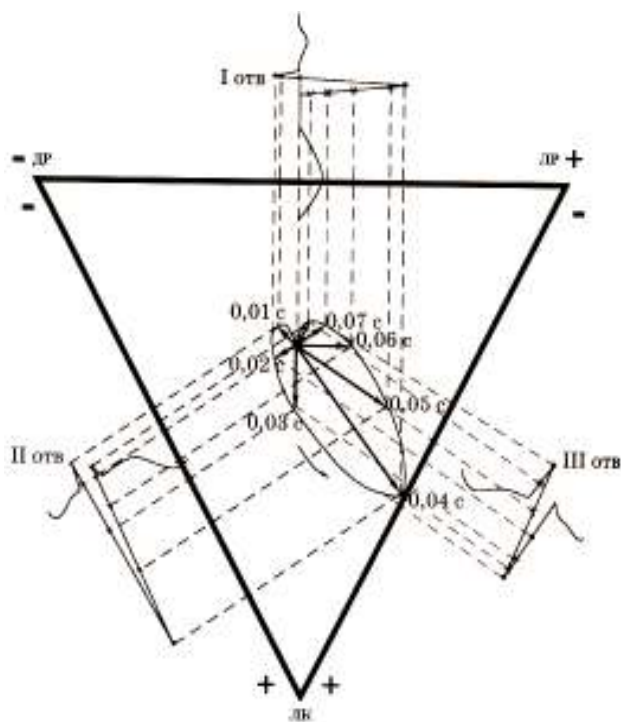
В електрографията съществуват две основни задачи при анализирането на електрограмите:

1) *права задача* – пресмятане на разпределението на електричния потенциал за дадена част от повърхността на тялото чрез характеристики на еквивалентния генератор, т.е. изясняване на механизма на възникване на електрограмата;

2) *обратна задача* – определяне на характеристиките на еквивалентния генератор (изследвания орган) чрез измерените стойности на потенциалите върху повърхността на тялото, т.е. изясняване на състоянието на органа по характера на електрограмите.

Измененията на големината и посоката на вектора \vec{E} за един цикъл на съкращаване на сърцето се обяснява с последователността на разпространение на вълните на възбуждане по органа: вълната започва да се разпространява от синусовия възел по предсърдията (примка P), следва атриовентрикуларния възел, по крачетата на снопа на Хис към върха на сърцето и по-нататък обхваща съкратителните структури към базалните части (комплекса QRS). Примката T съответства на фазата на реполяризация на кардиомиоцитите.

Айнтхофен е предложил да се измерва разликата на потенциалите между две от трите точки, които са върхове на равностранния триъгълник, в центъра, на който се намира началото на ИЕВС (Фиг.2).



Фиг. 2 Схема на регистрацията на комплекса QRS на електрокардиограма с три стандартни отвеждания. Знаците “+” и “-” съответстват на знаците на осите на ЕКГ в съответните отвеждания.

При диагностичната оценка на ЕКГ се вземат под внимание посоката, формата, амплитудата, широчината на пиковете и продължителността на отделните пикове. ЕКГ дава възможност да се получат данни за смущения в образуване и провеждане на възбудането в сърцето, а така също и за увреждания на миокарда – например, сърдечен инфаркт, както и за посоката на електричната ос на сърцето в момента R (когато тя е равнозначна на разположението на анатомичната ос). При сърдечна аритмия е характерно увеличаването на интервала между зъбът P и QRS-комплексът. Това

означава, че възбуждането от предсърдието към камерата преминава с определено закъснение. По този начин ЕКГ има голямо значение за ранната диагностика на инфарктните и прединфарктни състояния. ЕКГ не позволява да се правят изводи за механичната дееспособност на сърцето.

1.3. Проучване на съществуващи Интернет разработки с учебно съдържание от областта на електрокардиографията

В България до този момент не се открива подобен информационен сайт с учебно съдържание от областта на електрокардиографията. Това е една от причините да се създаде Интернет приложение за българските потребители, със съдържание подобно на съществуващите редица учебници и книги на български език в тази област.

До преди няколко години в нашата страна рядко можеше да се види персоналният компютър в лекарския кабинет. Това обуславя широката употреба на много хартиени носители и липсата на компютъризирани информационни системи и Интернет приложения по това време в България. В настоящия момент изграждането на Интернет, високата изчислителна мощ на компютрите и бързоразвиващите се технологии предлагат много възможности за разработка на редица системи и приложения, осъвременяващи и улесняващи (в повечето случаи) лекарската практика. Подобряват се бързината и качеството на информационното обслужване. Ето защо, един информационен сайт с подобно съдържание на български език би бил ценно средство за всеки практикуващ лекар (не само кардиолог), който разполага с компютър и Интернет в своя кабинет.

Поглеждайки в резултатите от търсенето на web-сайтове с подобно съдържание в цялата мрежа (а не само в страници на

български език), ще открием редица Интернет-адреси със съдържание от областта на електрокардиографията на английски език, като:

- Web-сайт на тема “Концепции за сърдечно-съдовата физиология” - <http://www.cvphysiology.com/Tutorials/>
- Интернет учебник по електрокардиография - http://cal.vet.upenn.edu/lgcardiac/ecg_tutorial/introduction.htm
- ЕКГ- библиотека – <http://www.ecglibrary.com/ecghome.html>
- Център за изучаване на ЕКГ - <http://medstat.med.utah.edu/kw/ecg/>
- Медицински симулатори и интерактивни учебници - <http://medi-smart.com/tutorials.htm>
- Разчитане на електрокардиограма – система за електрическо провеждане в сърцето - <http://www.cardioweb.co.uk/ecg/ecgpage20.asp>
- ЕКГ-графики за образование и справки – <http://www.ekgtracings.com/>
- Интерактивен онлайн курс по електрокардиография - http://cats.med.uvm.edu/cats_teachingmod/internal_medicine/lectures_online/ecg%20site/
- Учебник за регистриране и разчитане на електрокардиограма “стъпка по стъпка” - <http://www.emergency-nurse.org/tutorials/ecg/>
- Проучване “Компютърна сърдечна динамика” - <http://www.math.utah.edu/~veronese/research.html>

и още редица други.

В съвременния живот, свързан с динамични темпове на развитие на обществото, урбанизация, информационна натовареност

и условия за остри конфликтни ситуации от различен характер, честотата на емоционалното стресово състояние все повече нараства и обхваща всички възрастови групи. А същевременно се доказва, че емоционалният стрес е един от съществените фактори за развитие на редица заболявания на сърдечно-съдовата система /стенокардия, сърдечен инфаркт, хипертония, мозъчен инсулт/.

Болестите на сърдечно-съдовата система най-често носят непосредствен риск за живота на пациента, а лечението на сърдечно-съдовите болести изисква висока квалификация и богат клиничен опит, които осигуряват бърза и точна диагноза, правилно лечение и правилна преценка на прогнозата (евентуалния ход на заболяването). Важна роля за разкриването на едно кардиологично заболяването и навременната лекарска помощ играе правилната интерпретация на електрокардиограмата. Обичайната електрокардиограма е основно средство за установяване на причините за възникване на сърдечно-съдовите заболявания и техния вид. С нейна помощ се определя наличието, степента и формата на болестта, което е причина “баналната” кардиограма да бъде най-често използваното средство за всички кардиологични заболявания. Ето защо е важно да се изучи сложния процес на разчитане на електрокардиограмата и да се познава добре нейната специфика от повечето лекари, не само кардиолози.

ГЛАВА ВТОРА

КОМПЮТЪРНО БАЗИРАНИ МЕДИЦИНСКИ СИСТЕМИ В ОБЛАСТТА НА ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯТА

2.1. Кратък преглед

Съвременните информационни технологии все по-успешно се включват в редица биологични и медицински изследвания. Последните постижения в областта на медицинската информатика и в частност в биоинформатиката като нейна важна съставна част, намират широко приложение в медицинската диагностика. Компютърно базираните медицински системи все по-широко навлизат в практиката, което е обусловено от нарастващата изчислителна мощ на компютърните системи през последното десетилетие. Създават се софтуерни средства за изграждане, внедряване и поддържане на информационни системи за биомедицинските изследвания. Подобни средства се създават и за нуждите на електрокардиографията като диагностична методика.

2.1.1. Система за анализ на сърдечния ритъм

Правилната интерпретация и регистрирането на електрокардиограмите са необходими за откриването и определянето на сърдечните болести. Днес съвременната компютърна техника позволява например автоматично изчисляване на вариабилността на сърдечната честота [7]. И понеже компютрите трудно разпознават Р – вълната (която се получава при деполяризация на предсърдията), се използва R-R – интервалът (под R-R интервал се разбира разстоянието между два съседни R-зъбци в електрокардиограмата), който се отчита по-лесно и по-точно

отколкото Р-вълните. Това се дължи на факта, че амплитудата на R-зъбеца е многократно по-голяма от амплитудата на Р-вълната, независимо от отвеждането (начина, по който са разположени електродите по тялото). Затова наличието на променлив синоатриален или AV - блок прави невъзможно изследването на вариабилността на сърдечната честота. Измерват се само интервалите между нормалните синусови съкращения, защото само те отразяват вегетативната инервация към сърцето (обозначават се като N-N - интервали). Специализираните компютърни програми разпознават екстрасистолите и не ги включват в измерванията. През 1992 година в България като дипломна работа към Техническия университет в град София е разработена подобна система, наречена *CardioLab* - система за анализ на сърдечния ритъм. Устройството, подобно на щипка, се поставя на пръста на пациента. Данните (в случая R-R-интервалите - времето между два удара на сърцето) постъпват в компютъра през паралелния порт. Програмата предлага богат избор на методи за обработка и визуализация - статистика, спектрален анализ, регресионен анализ, скатерограма, 3D скатерогрма, хистограма, спектрограма, 3D спектрограма и др. Разработен е оригинален алгоритъм за бързо преобразуване на Хартли. За подробностите около нея може да се научи повече от оригинала на дипломната работа, публикуван в Интернет [14].

2.1.2. Компютърен електрокардиограф "Poly-Spectrum 12"



Фиг. 3 Компютърен електрокардиограф

На фиг.3 е показан 12-канален компютърен електрокардиограф "Поли-Спектр-12", производство на компанията "Neurosoft" – Русия [20]. С размери на обикновена книга, той осигурява запис на едно до 12 отвеждания, а също така и запис на ЕКГ в системата на ортогонални отвеждания по Франк. Отпечатва електрокардиограмата на всеки мастилено-струен или лазерен принтер, свързан към персоналния компютър. Софтуерът към електрокардиографа е максимално оптимизиран за провеждане на бързо и качествено изследване, което прави апарата изключително подходящ за кардиологични кабинети. Вграденият текстови редактор, позволява изготвянето за много кратко време на представителен протокол от изследването, включващ по желание и автоматично разчитане на кардиограмата. Софтуерът включва модул за контурен анализ и същевременно представлява една отворена система, позволяваща включването на допълнителни софтуерни модули за детайлно изследване на сърдечната дейност на човека.

2.1.3. Устройство за ЕКГ-мониторинг

В едно общество, в което изискванията към медицинското осигуряване се увеличават с икономическия растеж и подобрените условия на живот, би било нормално медицинското обслужване да е на много по-високо ниво и хората да обръщат по-голямо внимание на здравето си. В такъв момент все по-необходими ще бъдат управляващи човешките биосигнали устройства, които имат редица предимства - преносими и удобни за носене, безжични, с лесно диагностициране, евтини и използвани при домашни условия. В момента, когато всички усилия се насочат към здравето на всеки член на обществото и качеството на здравното обслужване ще бъде значително подобро, подобни нови средства за регистриране на електрокардиограми ще бъдат все по-необходими и полезни, особено за ползване при домашни условия. За съжаление, такъв вид “обзавеждане” на този етап трудно би могло да бъде направено, но все повече се развиват и усъвършенстват различни уреди и управляващи устройства с помощта на информационните технологии за нуждите на електрокардиографията. Подходящ пример в това отношение е разработването на един лесно преносим инструмент за разпознаване и контролиране на електрокардиограми, подробно разгледан по-долу.

Персоналният или джобният компютър, мобилният телефон могат успешно да се използват за изпълнението на функции като изобразяване на екран и смяна на терминали, така че ЕКГ-сигналите да се предават до съответните здравни центрове като болниците чрез GSM/GPRS или Интернет връзка. Относно ЕКГ-мониторите обикновено се говори за два типа ЕКГ-монитори: *общ монитор в болница* и *холтер*, с помощта на които се прави 24 часов

непрекъснат запис на сърдечен ритъм. Записаните данни трябва да бъдат разпечатани и анализирани в болницата от специалисти чрез специализиран софтуер, което за съжаление не може да се извършва при домашни условия. Но “контролиране при домашни условия” е необходимо и би било особено полезно, за да се разбере аномалната ситуацията на пациента и навременно и бързо да се даде някакво решение от специалист-кардиолог. Водени от подобни идеи, четирима специалисти в института по софтуерно инженерство към университет в източен Китай разработват и патентоват един достъпен и с голямо приложение за нуждите на електрокардиографията продукт [17]. Използвайки информационните технологии, те създават удобен за носене инструмент за разпознаване и мониторинг на електрокардиограми, подобно на подвижен ЕКГ-детектор за безжично транспортиране на електрокардиограми базиран на bluetooth- протокол посредством GPRS/Internet връзка, който се използва за мониторинг на собственото ЕКГ. Морфологичните параметри на електрокардиограмата са базата на алгоритъма за разпознаване на ЕКГ-сигналите, включен в софтуерната част, а интерфейсът е представен на фиг. 4. Първото поколение на подобен продукт включва удобно за носене ЕКГ-монитор и джобен компютър Palm, свързани чрез технологията Bluetooth и може да се намери в търговската мрежа

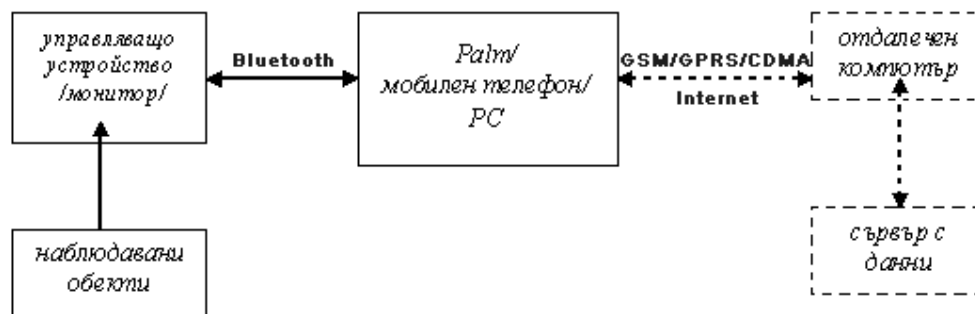


Фиг. 4 Интерфейс на удобен за носене ЕКГ-монитор

Джобният компютър Palm може да се замени от персонален компютър или мобилен телефон, за да бъдат използвани удобно от всеки, който притежава мобилен апарат или компютър в дома си, т.е. при домашни условия. Потребителят сам може да избира между джобния компютър Palm, персоналния компютър или мобилния апарат, за да има връзка с монитор.

Така разработената система (фиг. 5) съдържа: обекти за мониторинг (човешкото сърце), мониторинг устройство, безжични модули, персонален или джобен компютър или мобилен телефон с GSM/GPRS/CDMA модул. Системата поддържа както валидните за Европа и Азия GPRS и GSM стандарти, така и американския CDMA. (CDMA 2000 е особено актуално и подходящо решение за мобилни комуникации, имайки предвид нарастващите потребности от страна на бизнес общността в България за ползване на услуги като мобилен достъп до документи и файлове в офисите, мобилни безжични видео-конференции и мобилна електронна поща. Мрежата от това поколение е атрактивна и за младите поради възможността да общуват активно в Интернет-чата, да обменят документи и снимки и

да ползват най-съвременната технология за връзка. Към мрежата CDMA 2000 по света проявяват интерес и специалните служби, за които от първостепенно значение са конфиденциалността и високата защитеност на връзката, които дават ключово предимство на мрежата в сравнение с GSM.)



Фиг. 5. Архитектура на системата

- наблюдаваният обект е пациент или някой, чиято сърдечна дейност трябва да се наблюдава;
- управляващото устройство (ЕКГ-монитор) е централният модул на системата. Той включва преработването на ЕКГ-сигнали, трансфериращи модули, и сила и е проектиран специално за откриване, изпробване, преработване, анализиране и предаване на ЕКГ-сигнали в реално време;

Bluetooth е вид протокол за безжична комуникация на малки разстояния, който е използван за предаване на данни между управляващото устройство (монитор) и персоналния компютър (или мобилен телефон или джобен компютър). Чрез Bluetooth управляващото устройство може да се свърже с персоналния компютър (или мобилния телефон, или джобния компютър), които са използвани за сигнализиране, изобразяване и съхранение на ЕКГ.

Bluetooth е вградено и в мониторинг устройството и в персоналния компютър. Паметта на управляващото устройство е проектирана специално за съхранението на преработени ЕКГ-сигнали и това дава възможност управляващото устройство да действа като холтер (24 часов непрекъснат запис на сърдечния ритъм).

По този начин, ЕКГ данните от управляващото устройство са получени, съхранени и изобразени на персоналния компютър, мобилния телефон или джобния компютър. Потребителите могат да работят чрез стандартен (човеко-машинен) интерфейс. Като единно цяло, изследваният обект (сърцето), управляващото устройство, персоналният компютър и безжичните комуникации изграждат основната система.

GSM/GPRS/CDMA са в основата на безжичните комуникации между персоналния компютър (вкъщи) и отдалечения компютър в болницата и се използват за предаването на ЕКГ-сигналите до обслужващия център на здравното заведение, където ще се вземат решения и инструкции от специалисти. Отдалеченият компютър и сървърът с базата данни са разположени в сървърен център, в който се осъществяват много повече функции в сравнение с тези на мониторинг устройството, за да могат специалистите да диагностицират и отговарят на различните пациенти навреме, в момента когато пристигнат ЕКГ-данните им.

С помощта на алгоритъм за разчитането и класификация на електрокардиограмата се анализират QRS-комплексите и останалите елементи на електрокардиограмата, използвайки получените данни. Съществено е, че дори изключенията се запазват в паметта. След което тези данни се изпращат към персоналния компютър (или мобилния телефон или джобния компютър) чрез Bluetooth.

В софтуерната част на системата е включен алгоритъм за разчитане на електрокардиограмата. Посредством такъв модул “алгоритъм за ЕКГ” се прави анализ на ЕКГ-сигналите (особено на QRS-комплекса), а когато е необходимо се информира и модул за “аларма”. Съществуват много алгоритми за разчитане на електрокардиограми с помощта на различни подходи като вълнова трансформация, синтактичен анализ, математическа морфология, скрити модели на Марков, невронни мрежи, сходни модели и област на познанието и други. Но те не могат да бъдат напълно използвани като методи за самодвижещо се разпознаване, тъй като коректността не може да бъде гарантирана. Нещо повече, сложните пресмятания се нуждаят от повече ресурси, които могат да бъдат предложени от един подръчен инструмент, като разработеното ЕКГ-мониторинг устройство.

Когато специалистите извлекат отличителните характеристики от електрокардиограмата се прави основно разпознаване и съответствие в няколко стъпки:

1. сканиране на електрокардиограмата, локализиране на Р-вълна, QRS-комплекс и останалите елементи;
2. избира се част от електрокардиограмата, върху която ще се фокусира отчитането;
3. оценяват се височината, наклона, интервалът между QRS-комплексите, продължителността на един QRS-комплекс и другите елементи;
4. разпознаване на специалната морфология, сравняване с модели и опити;
5. взимане на решение.

Курсът на диагностициране трябва да бъде завършен

незабавно в зависимост от образното мислене на специалистите, което обикновено е трудно да бъде симулирано от компютър.

По така описания начин подвижният ЕКГ-детектор с помощта на безжични комуникации позволява употребата при домашни условия или в други неочаквани ситуации за контролиране състоянието на пациентите. А малките му размери, преносимостта му и безжичността са основните причини подобно устройство да намери широко приложение в медицината и здравните области.

2.1.4. Пилотен проект за телемедицина

В основата на проекта “Телемедицина” са специални устройства, подобни на ЕКГ-мониторинг устройство от разгледания по-горе пример. “Телемедицина” е пилотен проект, реализиран в България в сферата на телемедицината съвместно с Международния съюз по телекомуникациите, по време на конференцията “Пътна карта за електронно здравеопазване на присъединяващите се страни – България и Румъния”, организирана от Министерството на здравеопазването и Фондация “Електронно здравеопазване”. В някои общини в страната е въведена употребата на специални устройства за измерване на кръвно налягане и ЕКГ и дистанционно предаване на информацията до медицински център в общината. Устройствата са портативни и се предоставят на пациентите за провеждане на измерванията по време на тяхната непрекъсната ежедневна дейност: вкъщи, на работното място, по време на почивка и т.н. След завършване на изследванията, получената информация се обработва от компютър и се предоставя онлайн на лекуващия лекар или специалист-кардиолог за анализ и следващи предписания, след което информацията се предава чрез безжична Интернет-връзка. В медицинския център в съответната община данните се свалят на

компютър и се следят от лекарски екип, който в случай на нужда може да посети пациента и в съответното село. Проектът е реализиран с финансиране от Международния съюз по телекомуникациите ITU като следващата стъпка се предвижда превръщането на България в регионален център за телемедицина на Балканите [10].

ГЛАВА ТРЕТА

МЕТОДИКА НА РАБОТАТА

3.1. Цел и задача на разработката

Настоящата дипломна работа има за *цел*:

Изграждане на Интернет средство, което да улесни процеса на изследване на сърдечната дейност чрез разчитане на ЕКГ. По този начин се показва как с помощта на информационните технологии може да се помогне при изграждането на практически умения за правилно интерпретиране на електрокардиографията като диагностична методика и да се обърне внимание на основните насоки и особености при разчитането на електрокардиограмата в ежедневно лекарска практика.

С оглед осъществяването на така поставената цел си поставяме следната *задача*:

Разработване на информационен сайт на тема “Изследване на работа на сърце с метода на електрокардиографията”, с облекчен визуален подход към усвояването на знанията, необходими за разчитането и тълкуването на една електрокардиограма стъпка по стъпка.

Web-сайтът трябва да изпълнява ролята на лесно за използване средство от студенти и специалисти по медицина, които искат да повишат знанията си в областта на електрокардиографията, а също и от хора с начална медицинска подготовка и от всички, интересувани се от електрокардиография.

На пръв поглед разчитането и анализа на една електрокардиограма е твърде сложна и комплексна задача, особено за начинаещите в тази област. Достатъчно е обаче търпеливото приемане на новата информация на малки порции и

електрокардиограмата ще загуби застрашителния си вид, а това е в основата на настоящата разработка.

3.2. Източници на данни и материали

Като основни източници на информация и материали за изпълнение на така поставената задача са използвани редица учебници, книги, лекции и помагала от областта на електрокардиографията, посочени в раздела Литература на дипломната работа. Не бива да се пропуска компетентната професионална помощ на специалисти по кардиология, отзовали се с подходящи материали, търпеливи и полезни консултации, препоръки и съвети. За настоящата дипломна работа голяма заслуга има и плодотворното сътрудничество с редица специалисти в тази област, както и любезно предоставените от тяхна страна литература и резултати от проведени изследвания.

3.3. Описание на сайта

3.3.1. Проектиране и структуриране на съдържанието на сайта

С разработения информационен сайт на тема “Изследване на работа на сърце с метода на електрокардиографията” се прави кратък практичен преглед на електрокардиографията като диагностична методика. Направен е опит да се отдиференцира важното от по-малко важното в тази област. Сайтът е проектиран така, както се събира раница за геоложка експедиция – “вътре се слага не всичко, което може да потрябва, а само това, без което е невъзможно да се мине”. Той е представен под формата на базисно ръководство, съдържащо пет основни обучаващи модула, кратък алгоритъм за разчитане на електрокардиограмата “стъпка по

стъпка”, атлас с ЕКГ на повечето патологични състояния, тестови въпроси, Интернет-адреси на сайтове с полезна и интересна информация от областта на електрокардиографията, кардиологията, медицината, а също така най-важните и съществени моменти, които трябва винаги да се съблюдават са разгледани в отделен модул, наречен “Полезно”. В отделни секции могат да се видят и критериите съответно за нормална и патологична електрокардиограма, както и 10 правила за нормална ЕКГ. Във всеки модул са включени много фигури, таблици и графики, които илюстрират пълно и точно, казаното в текста. В сайта се откриват и ясни практически познания, които лесно могат да бъдат приложени в множество ситуации и които проследяват процеса на последователността на разчитане на ЕКГ. Сайтът е проектиран така, че неговите посетители да могат сравнително бързо да се ориентират в патологичната електрокардиограма и да се предпазят от прогностично важни грешки.

Съдържание на сайта по модули:

Съдържанието на петте обучаващи модула покрива теоретичните основи и анализи на електрокардиографията:

Модул 1- Електрична активност на органите

В този модул се включват следните секции: *Външни електрични полета на органите, Принцип на еквивалентния генератор и Биопотенциали.*

Модул 2- Човешкото сърце

В този модул се включват следните секции: *Строеж и анатомична ориентация, Сърдечна дейност и електрични явления, Проводяща система на възбуждане на сърцето, Разпространяване на възбуждането в сърцето и Сърдечен цикъл.*

Модул 3- Електрокардиография и електрокардиограма

В този модул се включват следните секции: *Електрография и електрограма, Анализ на електрограма, Кратка история на електрокардиографията, Физични основи на електрокардиографията* с подсекция *Модел на Айнтхофен, Електрокардиограма.*

Модул 4- Нормална електрокардиограма

Включващ следните секции: *ЕКГ отвеждания, Техника на регистриране на ЕКГ, Съставни части на нормалната електрокардиограма, Определяне на сърдечна честота, Определяне на електрическа позиция, 10 правила за нормална ЕКГ.*

Модул 5- Патологична електрокардиограма

В този модул се включват следните секции:

- *Патология в елементите на електрокардиограмата с подсекции: Патология на Р вълната, Патология на PQ интервала, Патология на QRS комплекса, Патология на ST сегмента, Патология на Т вълната, Патология на QT интервала.*

- *Проводни нарушения с подсекции: Нарушения на ниво синусов възел, Нарушения на ниво AV възел, Вътрекамерни проводни нарушения.*

Ритъмни нарушения с подсекции: Ритъмни нарушения на ниво предсърдия - предсърдни аритмии /дисритмии/, Ритъмни нарушения от AV възела, Ритъмни нарушения на ниво камерен миокард, WPW синдром.

Съдържанието на всеки отделен модул започва със списък на секциите, разгледани в него. Имената на модулите и на секциите са кратки и точни, помагачи на потребителя да намери лесно и бързо

търсената от него информация. Всеки модул има различен брой секции със съответни подсекции, но представени с еднаква структура и графично оформление. Съдържанието, включено в сайта е актуализирано и осъвременено, даващо възможност за самостоятелно обучение.

В отделните модули се използват удобни бутони и меню за навигация. Посочвайки даден модул от базисното меню, разположено в лявата част на сайта, под него се изписва и темата, която се разглежда в съответния модул. На фиг. 6 е показано как става това, в случая с модул 2:



Фиг. 6 Основна навигация на сайта

Кликвайки върху заглавието на модула посетителят на сайта отваря друга web- страница с пълното съдържание на съответния модул. В началото на всеки модул са поставени връзки-препратки към отделните секции, разгледани в него, така че посетителят може директно да отиде до съдържанието, което го интересува (фиг. 7).

ЕКГ

Изследване на работа на сърце с метода на
ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯТА

ДИЗЯЙН: А. Фаленекова, "Био и медицинска информатика"

МОДУЛ III

НАЧАЛО
СЪДЪРЖАНИЕ
МОДУЛ I -
Електрична активност
на органите
МОДУЛ II -
Човешкото сърце
МОДУЛ III -
Електрография и ЕКГ
МОДУЛ IV -
Нормална ЕКГ
МОДУЛ V -
Патологична ЕКГ
КРАТЪК АЛГОРИТЪМ
ПОЛЕЗНО
АТЛАС
АДРЕСИ

ЕЛЕКТРОГРАФИЯ И ЕлектроКардиоГрама

- [Електрография и електрограма. Анализ на електрограма](#)
- [Кратка история на електрокардиографията](#)
- [Физични основи на електрокардиографията](#)
 - [Модел на Айнтофен](#)
- [Електрокардиограма](#)

Електрография и електрограма. Анализ на електрограма

Методът за регистрация на потенциалите на електричното поле на повърхността на тялото за изследване на работата на органите или тъканите, се нарича *електрография*. Ако приложим два електрода към различни участъци от повърхността на тялото, то ще се регистрира разлика на потенциалите. Зависимостта на измерената разлика на потенциалите от времето, възникваща при функционирането на даден орган или тъкан се нарича *електрограма*. Чрез електрограмите се изследват механизмите на функционално състояние на органите и тъканите в норма и при патология, като тяхната регистрация и анализ са определено важен подход както за физиологичното изследване, а така и за диагностиката на заболяванията.

Фиг. 7 Навигация по модули в сайта

При проектирането и структурирането на сайта се забелязва строго придържане към главната идея, а именно да се обърне внимание върху основните насоки и особености при разчитането на ЕКГ в ежедневната лекарска практика. Включването на **кратък алгоритъм** за разчитане на ЕКГ стъпка по стъпка е важен елемент от съдържанието на сайта. Поредицата от последователни стъпки проследява пътя, по който трябва да премине прегледа, за да бъде разчетена ЕКГ – фиг. 8.

ЕКГ

Изследване на работа на сърце с метода на
ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯТА

ДИЗАЙН: Л. Раленецова, "Био и медицинска информатика"

АЛГОРИТЪМ

НАЧАЛО

СЪДЪРЖАНИЕ

МОДУЛ I -
Електрична активност на органите

МОДУЛ II -
Човешкото сърце

МОДУЛ III -
Електрография и ЕКГ

МОДУЛ IV -
Нормална ЕКГ

МОДУЛ V -
Патологична ЕКГ

ПОЛЕЗНО

АТЛАС

АДРЕСИ

КРАТЪК АЛГОРИТЪМ ЗА РАЗЧИТАНЕ НА ЕКГ

Стъпка 1: *Определи ритъма:* ритъмът е синусов, когато има ясни, ритмично следващи една след друга Р вълни, които са положителни в I, II и aVF и които отстоят на еднакво разстояние от QRS комплексите и когато всички R-R интервали са еднакви.

Стъпка 2: *Определи сърдечната честота по формулата:*

$$СЧ = 1500 / \text{разстоянието в мм между два последователни R зъбци}$$
 /при скорост на движение на хартията 25 мм/сек./

Стъпка 3: *Определи електрическата полярност:*
 - индиферентна: QRS е положителен в I и II отвеждане;
 - патологично лява: QRS е положителен в I отвеждане и отрицателен във II отвеждане;
 - патологично дясна: QRS е отрицателен в I отвеждане и положителен във II отвеждане.

Стъпка 4: *Аналирай Р вълната:*
 - висока над 2.5 мм във II и III отвеждания Р pulmonale;
 - широка над 0.12 сек. Р mitrale.

Стъпка 5: *Аналирай PQ (PR) интервала:*

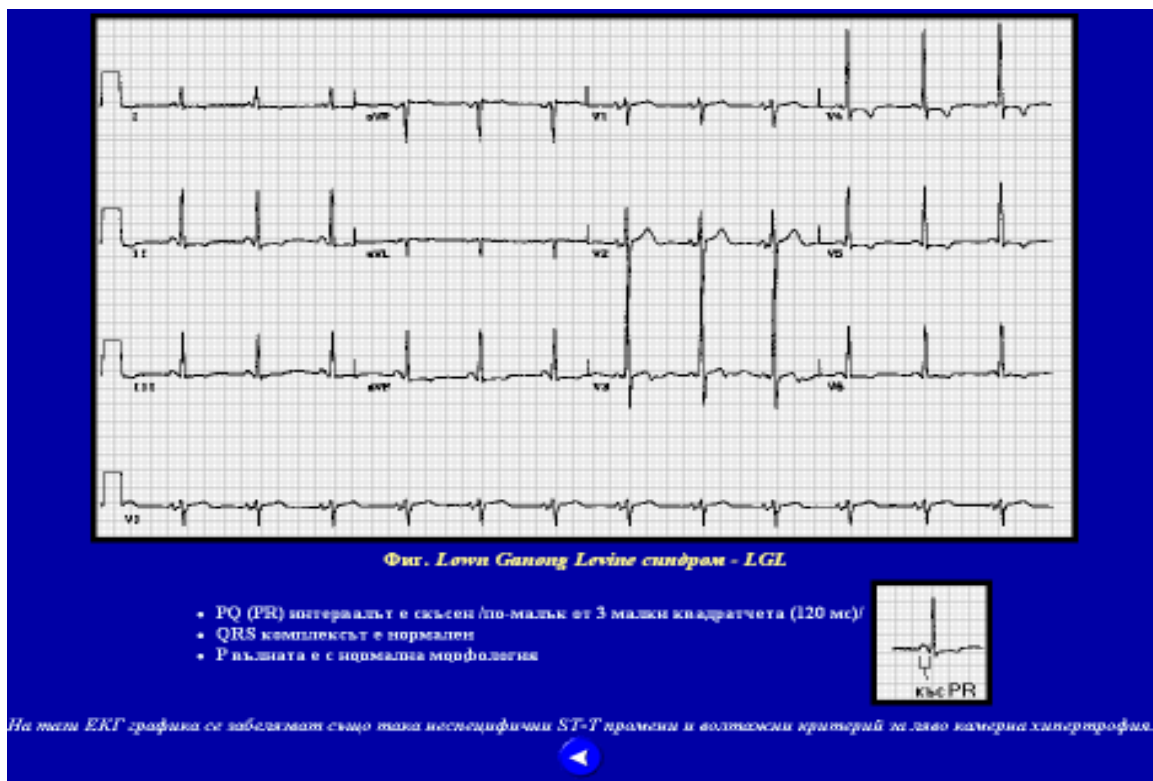
Фиг. 8 Страница от сайта с алгоритъм за разчитане на електрокардиограма

В секцията с име **Полезно** е отдиференцирано важно и полезно съдържание за разбирането на една електрокардиограма, а именно:

- ЕКГ промени при някои по-често срещани патологични състояния;
- Медикаментозни ЕКГ-ефекти;
- Миокардна исхемия и миокарден инфаркт;
- Видове МИ според локализацията на ЕКГ промените;
- Диагностичен подход при тахиаритмии;
- Хетеротопни ритъмни нарушения;

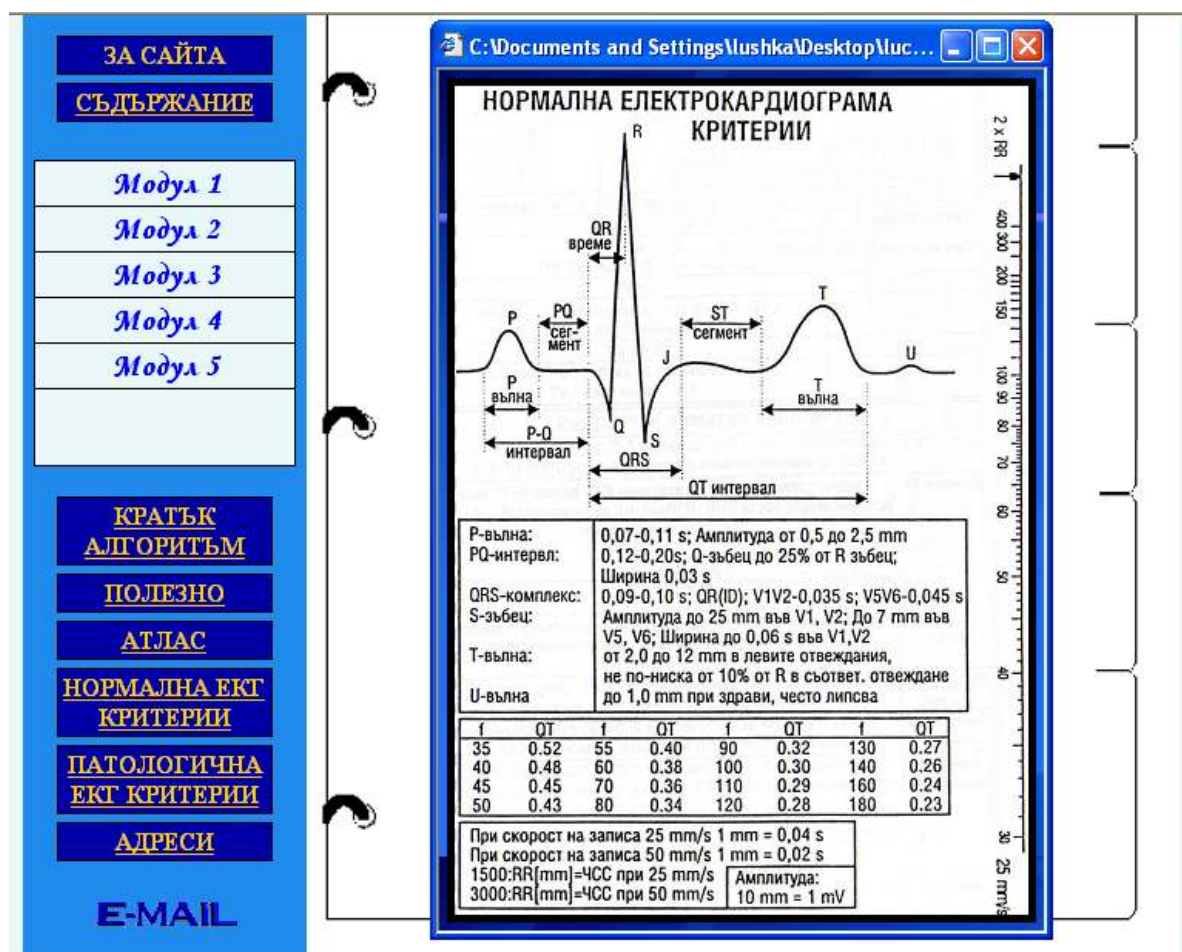
▪ Електрическа ос на сърцето

При проектирането на сайта се отделя важно място и на графиките, които илюстрират самите електрокардиограми както и на коментарите към всяка една от тях. Това е постигнато с разработването на *атлас на ЕКГ-графики*, в който са включени над 30 графики на ЕКГ с обяснение към всяка една от тях. В началото на атласа се намира списък с основните сърдечн-осъдови състояния, така че кликвайки върху търсеното състояние се отваря нова web-страница със съответната електрокардиограма и коментар към нея (фиг.9).



Фиг. 9 Изглед на web- страница - част от атласа на екг графики, включени в сайта

В синтезиран табличен вид се изобразяват ЕКГ критериите за нормална и патологична електрокардиограма, при кликването върху съответната секция *нормална ЕКГ критерии* и *патологична ЕКГ критерии* (фиг.10).



Фиг. 10 Представяне в табличен вид на екг-критерии

Кликвайки върху бутон с име *адреси* от базисното меню на сайта се отваря старница (фиг.11), съдържаща Интернет-адресите на полезни и интересни web-сайтове (в това число няколко ЕКГ-енциклопедии, онлайн списания и библиотеки, учебници по

электрокардиография, речници по медицина и здравеопазване и много други), разделени в четири секции:

- История на електрокардиографията
- Кардиология и електрокардиография
- Онлайн медицински библиотеки по света
- И още ...

ПОЛЕЗНИ АДРЕСИ

НАЧАЛО

ЗА САЙТА

СЪДЪРЖАНИЕ

Модул 1

Модул 2

Модул 3

Модул 4

Модул 5

КРАТЪК АЛГОРИТЪМ

ПОЛЕЗНО

АТЛАС

НОРМАЛНА ЕКГ КРИТЕРИИ

ПАТОЛОГИЧНА ЕКГ КРИТЕРИИ

АДРЕСИ

E-MAIL

ПОЛЕЗНИ АДРЕСИ

ЗА

ИСТОРИЯ НА ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯТА

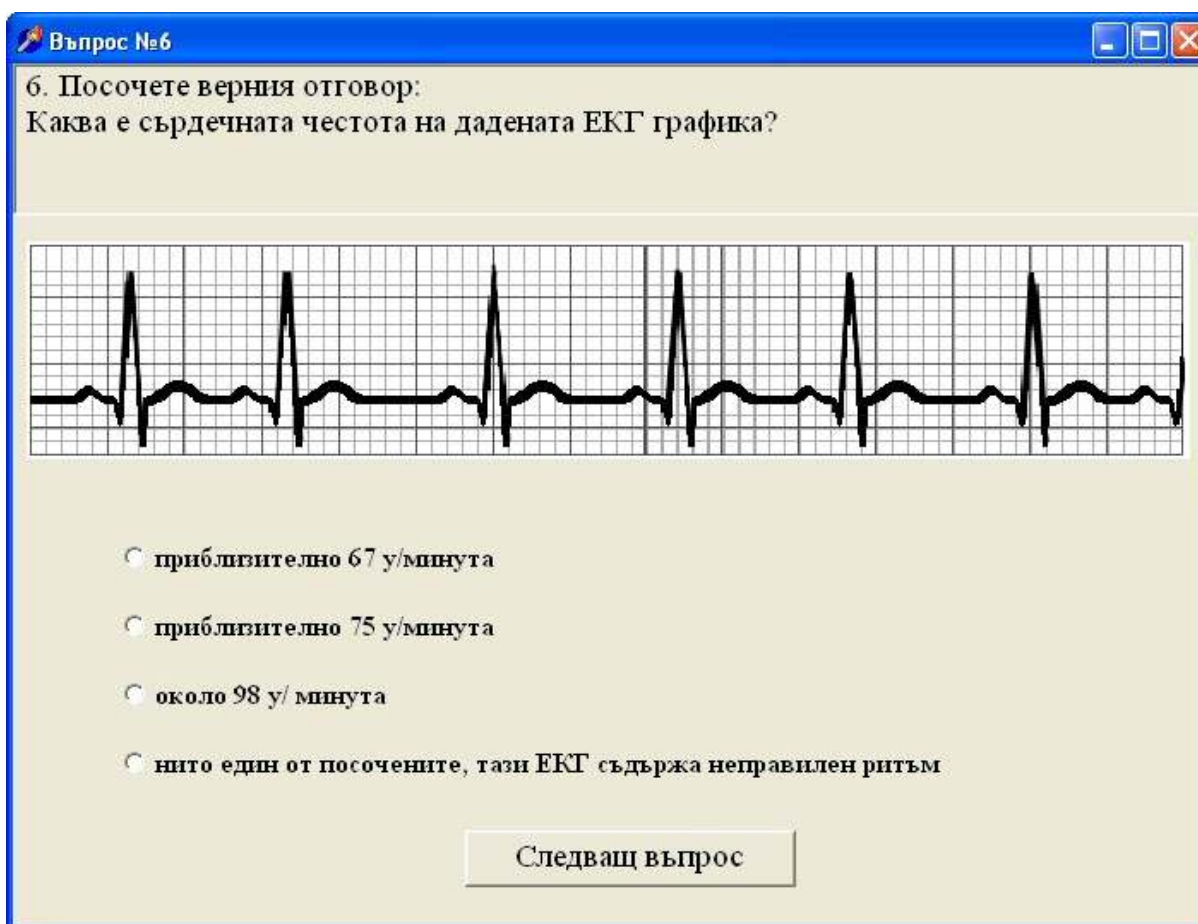
КАРДИОЛОГИЯ И ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

ОН-ЛАЙН МЕДИЦИНСКИ БИБЛИОТЕКИ ПО СВЕТА

И ОЩЕ ПОЛЕЗНИ АДРЕСИ

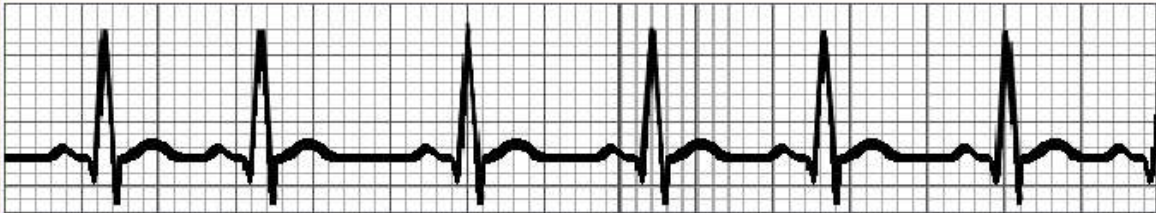
Фиг. 11 Страница с полезни адреси, представени в четири секции

В процеса на проектиране на съдържанието на сайта не са пропуснати и тестовите въпроси за самоконтрол върху разгледания материал. В секция с име *Тест* са предложени тестови въпроси, покриващи материала от петте модула с теоретичните основи и анализи на електрокардиографията. Тестовите въпроси са предназначени както за упражнение, така и за проверка на придобитите умения (фиг. 12).



Въпрос №6

6. Посочете верния отговор:
Каква е сърдечната честота на дадената ЕКГ графика?



- приблизително 67 у/минута
- приблизително 75 у/минута
- около 98 у/ минута
- нито един от посочените, тази ЕКГ съдържа неправилен ритъм

Следващ въпрос

Фиг. 12 Тестови въпроси, включени в сайта

При проектирането и структурирането на съдържанието на сайта са направени редица консултации със специалисти-кардиолози

и е направен опит да се включи всичко онова, което по общо мнение трябва да се познава от използващите в ежедневието ЕКГ като диагностичен метод. Направен е опит информацията да се представи ефективно и да се избегне хаотичното представяне. Подробностите и детайлите могат винаги да се намерят в обстойните референтни ръководства и трудове на редица кардиолози, лекари, учители и всички, заслужили признание и уважение с приноса си в развитието на електрокардиографията.

3.3.2 Избор на интерфейс с потребителя

Интерфейсът с потребителя е от съществено значение при разработването на сайта. В зависимост от него потребителят е мотивиран да разгледа подробно съдържанието на всяка страница, за да се създаде интерес да я посети отново. Ето защо стремежът при проектиране на дизайна на сайта е той да бъде представен с приятен екран, който мотивира потребителите, подчертава леснотата при навигиране в сайта и намиране на точната информация, и в същото време посетителят да почувства духа на електрокардиографията.

Страниците в сайта са проектирани със сравнително прост, изчистен и удобен интерфейс, насочващ потребителите към интуитивни действия.

Изображенията, използвани в сайта са напълно съвместими с неговата тема и целта, поставена с разработването на такъв сайт. Фоновите изображения играят значителна роля в привличането на вниманието на посетителите и в ефективното предаване на посланието на сайта. Началната страница на всеки модул е представена под формата на лист от книга, а за фоново изображение, върху което се разполага съдържанието на всеки модул е използвано човешкото сърце с част от електрокардиограма върху него. С помощта на графичен редактор е намален контраста и е осветлено

изображението на сърце, с цел да се омекоти фона, така че да не отвлича читателите от съдържанието на страницата. Изборът на използваните цветове за фона и буквите е съобразен напълно с тяхната съвместимост и контраст, така че да се постигне максимална четимост на текста и комфорт по време на използването на сайта. На много места е използван удебелен и курсивен текст, за да се наблегне на по-важна дума или фраза в текста.

Малки икони и миниатюри, които се появяват бързо на страниците на сайта са свързани с отделни страници, в които посетителят може да види съответното изображение в пълен размер. Страницата, в която се показва изображението е с неговите размери, така че да не заема допълнително място на екрана и читателят да има възможност едновременно да разглежда текста и илюстрацията към него, разполагайки я на удобно за него място върху екрана (фиг. 13). По този начин с използването на еднообразни миниатюри, на една страница може да се помести много графична информация без посетителят да чака прекалено дълго, за да я види. А освен това така той може да види и само изображенията, от които се интересува най-много.

Като важна характеристика на интерфейса на сайта трябва да се отбележи и включването на името на сайта в заглавието на всяка страница.



Фиг. 13 Използване на миниатюри, свързани с отделни страници в които се вижда съответното изображение в пълен размер

Леснотата при навигиране в сайта се постига с използване на движещо се базисно меню в лявата част на страниците по дължината на цялата страница, така че при придвижване нагоре или надолу в страниците с повече текст на екрана винаги да се вижда менюто за навигация. По този начин се предоставя на посетителите бърз и постоянен достъп до различни части на сайта, осигурява се бърз начин за връщане в началната страница, потребителят знае във всеки един момент къде се намира. За по-голяма ефективност цветовете на менюто се променят, минавайки с курсора на мишката върху тях, така че посетените линкове са в един цвят, активните в друг, а непосетените с трети (фиг. 14). Паралелно с текста може да се видят

и подходящи бутони, които връщат потребителя в горната част на разглежданата страница, а в края на всеки модул са поставени удобни връзки към съдържанието на сайта, предходния и следващия модул.



Фиг. 14. Подвижно базисно меню с променящи се цветове

В сайта са използвани и линкове, които съдържат и икона, и етикет, което би облекчило както опитните, така и начинаещите потребители. Текстът в линковете е използван минимално, но така че потребителят да разбере смисъла на връзката. Част от линковете в сайта се отварят в нови прозорци, създадени специално за тези линкове. По този начин страницата, която съдържа линка остава

отворена, като това дава възможност на потребителя да се движи между страницата с линковете и съдържащата се информация.

В долната част на всяка страница е разположен бутон „За контакти“, водещ към електронната поща на автора на сайта, специално създаден като част от информационния сайт за всички посетители, имащи въпроси, предложения или желаещи да изкажат мнение.

С изброените по-горе характеристики на разработения сайт се цели постигане на удобен и приятен за потребителите потребителски интерфейс. С много усилия е направен опит сайтът да е лесен за разбиране, информативен и достъпен за използване колкото е възможно.

3.3.3. Предимства на сайта

Едно от най-големите предимства на сайта е визуалното начало. То е силно застъпено и читателят не просто чете, но и вижда всичко, за което пише на страницата – много важно за бързото усвояване на знанията. Сайтът е онагледен с много електрокардиограми в норма и различни патологични състояния. Всички включени в сайта изображения и ЕКГ-графики играят изключително важна роля за разбирането и запомнянето на текста, защото една картина струва колкото хиляди думи.

По приятен и достъпен начин съдържанието запознава посетителите на сайта; без излишни подробности. Започвайки от основните принципи, съдържанието на сайта достига до детайлите, които трябва да се познават за правилното интерпретиране на една електрокардиограма. Направеното изложение на материала не използва дълги пасажии, а кратки и ясни коментари обясняват това, което трябва да се знае.

Предвид практическата ориентация на сайта, той е подходящо базисно ръководство за всички потребители, проявили желание да разтълкуват една електрокардиограма. Сайтът може да се използва и като справочник – потребителят поглежда точно това, което го интересува и му е нужно, а табличният вид на информацията допринася за нейното поднасяне на синтезиран и разбираем език. С негова помощ читателят би могъл сравнително бързо да се ориентира в патологичната електрокардиограма и да се предпази от прогностично важни грешки.

Включените в сайта Интернет-адреси на различни онлайн ЕКГ-енциклопедии, списания по кардиология и медицина, речници по здравеопазване, медицински библиотеки по света и още редица други, биха задоволили потребителския интерес с полезна и любопитна информация от света на електрокардиографията.

Важно предимство на разработения сайт е също и неговия потребителски интерфейс. Сайтът предлага лесен за използване интерфейс, интуитивен за използване и не изисква специални знания и умения.

Достъпът и разпространението на сайта са безплатни за всеки, който има компютър с Интернет-връзка и интерес в тази област.

3.3.4. Предназначение на сайта

Един информационен сайт на български език със съдържание от областта на електрокардиографията би бил полезен както за начинаещи, така и за лекари с опит. Такъв сайт се разработва с идеята да помогне при изграждането на чисто практически умения за правилно интерпретиране на електрокардиографията като диагностична методика, което определя и неговото предназначение. Така разработеният сайт е идеален за начинаещите, които нямат

познания за разчитането и разбирането на една ЕКГ, но имат желание сами, без компетентна помощ да го направят. Основният текст в сайта е достъпен не само за хора с начална медицинска подготовка, но и дори за хора без такава подготовка. Не е необходимо да си лекар или да имаш медицинско образование, за да разчетеш една електрокардиограма или да научиш как става това, извличайки необходимите познания от този сайт. Предвид практическата му ориентация, сайтът е подходящо базисно ръководство за студенти от различни специалности, стажант-лекари, интернисти, общопрактикуващи лекари, както и за работещите в звената за бърза и неотложна медицинска помощ, и за всички интересувани се от електрокардиография.

3.4. Методологически аспекти за реализиране на целта

3.4.1. Описание на избраните технологии

За разработването на информационен сайт с учебно съдържание, поставено като задача на настоящата дипломната работа, са използвани следните програмни продукти:

3.4.1.1. HyperText Mark-up Language (HTML)

Hyper Text Mark-up Language (хипертекстов език за маркиране) е основно средство за създаване на web- страници, които се разглеждат чрез програми, наречени браузери. Това е език за хипертекстови документи, прост хипертекстов механизъм с вградени функции за форматиране и свързване на документи, за работа с таблици, фонове изображения, и други “подправки” към текста. Негови основни характеристики са поддръжката на описание за типа на информацията (например текст, адрес, цитат, съкращение, код и т.н.), което е характерно за Mark-up езиците, и поддръжката на

връзки (линкове) между отделни текстове с възможност за бърз преход от единия към другия, откъдето идва названието Hyper Text. HTML поддържа парадигмата за създаване на мултимедийни документи с хипервръзки и позволява на текста да включи кодове за дефиниране на шрифтове, оформление, вложени графични изображения, хипертекст връзки. Използва се за писане на хипермедийни страници (всяка web- страница представлява HTML документ) за WWW (World Wide Web) - основна услуга в INTERNET, позволяваща достъп до хипертекстови документи.

Силата на езика HTML се състои в създаването и интегрираното представяне на мултимедийни документи, в които освен текст има графични изображения, икони, видеоклипове, звук и анимирани елементи, защото една картина струва колкото хиляди думи.

Системата WWW е построена на базата на т.н. хипертекст – разглеждайки даден документ от WWW, може да се ползват връзки към други документи. Хипертекстът по своята същност е система за писане и представяне на текст, която дава възможност текстът да се свързва по много начини, достъпни на няколко детайлни нива. Хипертекст-документите може да съдържат връзки към различни документи или части от тях, намиращи се на една или различни машини. Хипермедията включва освен текст, графична, звукова, видео и друга информация.

Ориентацията към HTML се обяснява с факта, че той е използваем върху различни платформи в хетерогенни компютърни мрежи посредством протокола HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). Процесът на създаване на документи на HTML е подобен на авторския процес при използване на системи за текстообработка, т.е. HTML документи се създават лесно и бързо.

3.4.1.2. Скриптов език - Java Script

Голяма роля за създаването на интерактивни на външен вид web- страници играят приложенията на Java Script. Най-често той поема задачите за раздвижване и допълване на функционалността на сайтовете, когато трябва работата да се свърши от страна на потребителя. Java Script се използва широко поради няколко причини. Първо - всеки може да използва Java Script безплатно и второ - езикът се поддържа от всички съвременни браузъри.

Java Script е скриптов език - той се интерпретира в момента на изпълнението, без да е необходима предварителна подготовка на кода, например компилиране. От друга страна той е също и клиентски ориентиран – т.е. изпълнението му се поема от страна на клиента (браузера), а не от сървъра.

Скрипът, написан на Java Script е програма, която се включва в HTML-страницата, като неговото съдържание не се появява на екрана, а web-браузърът изпълнява Java Script програмата.

Някои от практическите неща, за които може да се ползва Java Script са: може да чете и променя съдържанието на HTML елементите; може да поставя динамично съдържание - да променя изображения, големината на шрифта, да обработва събития и да реагира на тях, след като страницата е заредена; да проверява коректността на данните, попълнени от потребителите във форма преди да ги изпрати към сървъра и много други. Java Script допуска създаване на активен интерфейс за потребителите, предоставяйки им обратна връзка при придвижване из страниците.

В разработването на информационния сайт, поставен като задача на настоящата дипломна работа се използват редица скриптове. Някои от скриптовете, включени в сайта са скриптове за:

- осъществяване на контрол върху браузера така, че да се

отварят нови прозорци за визуализиране на допълнителна информация, както и добавяне на параметри към новите прозорци. По този начин се постига визуализация на допълнителна информация или изображение в отворените нови прозорци с предварително определени размери без посетителят да загуби информацията, която чете в дадения момент;

- получаване размерите на екрана на потребителя, където се отварят проектираните от нас прозорци, след което тази информация може да се използва от други части на скрипта;

- подобряване на потребителския интерфейс и повишаване опитността при сърфиране посредством подвижни менюта и максимално улеснена, но ефективна навигация.

3.4.1.3. Cascading Style Sheets (CSS)

Cascading style sheets (CSS) представлява както език за описание на атрибутите и позиционирането на елементите на HTML-документи, така и удобен начин за форматиране на текста, шрифтовете, изображенията и всичко останало на една страница. С помощта на CSS, или просто стилове, могат да се зададат няколко свойства едновременно за всички елементи на страницата, маркирани с определен елемент. Cascading style sheets позволява да се разположат различните елементи на страницата където пожелаете, с точност до последния пиксел. Например, ако се промени един стил, зададен в началото на HTML-страницата, промените се отразяват върху целия документ.

Още по-удобно е да се използва външен style sheet за няколко HTML- страници едновременно. Така например може, да се направят заглавията във всичките страници да са в определен цвят. По този начин не се налага да се променя цвета за всяка страница по отделно, а просто ще се укаже на всяка да използва този стил за

заглавията.

Някои от предимствата да се използват стилове са:

- Стилите спестяват време. При стиловете, просто се въвежда един ред за всеки елемент в началото на страницата.

- Стилите лесно се променят. Чрез стиловете редакциите се правят много по-бързо – само на едно място.

- Компютрите нанасят стиловете много по-последователно от автора на страницата, който може неволно да пропусне или забрави да форматира всеки отделен абзац например.

- Стилите позволяват да се управлява текста по начини, недостъпни чрез HTML-елементите – настройване на междуредието (разстоянието преди абзаца), цвета на фона, премахване на получерното и курсивното форматиране, както и много други.

- Стилите улесняват създаването на общ формат за всичките web-страници. И трябва да се дефинират само веднъж. Промените се правят на едно централно място и всички страници се променят веднага.

3.3.1.4. *Adobe® Photoshop®*

В голямата група от растерни графични редактори с особена популярност се ползва програмата Photoshop на фирмата Adobe.

Adobe® Photoshop® е софтуер за рисуване и редактиране на растерни цифрови изображения и една от най-популярните програми за web-дизайн. Той осигурява всички необходими инструменти и функции за създаване и обработка на неограничени по сложност изображения за печат, Web, безжични устройства и други медии. Включва и познатите от илюстрационните програми средства за векторно рисуване и редактиране, както и усъвършенствани функции за текстообработка. Едно от най-ценните качества на Adobe® Photoshop® е възможността да се подготвят изображения,

оптимизирани за Web. Професионалната специализация на програмата са цветовете и тонални корекции на изображенията, тъй като тя притежава изключително широк набор от средства за тази цел – както инструментални, така и автоматични. Едно от тези средства са филтрите, използвани както за визуална корекция, така и за преднамерено изкривяване на изображението за художествени цели.

Основното приложение на програмата е за създаването и подготовката на изображения, предвидени за показване на екран – в мултимедийни презентации или web-сайтове. Web-функциите на този графичен редактор са прилагани и за голяма част от графиките и изображенията, включени в настоящата разработка, а именно:

- Прозрачни web-елементи – Web Transparency;
- Усъвършенствани web- изображения – Enhanced Web Output.

3.4.2. Публикуване и Интернет достъп

Публикуването в Интернет пространството дава възможност за постигане на максимална достъпност и популярност на работения сайт. Самото публикуване на готовия web-сайт се извършва чрез записване на документа, заедно с всички съпровождащи файлове (в случая около 400 файла), на web-сервър, който влиза в структурата на Интернет, така че посетителите да имат достъп до сайта. В противен случай изпълнението на поставената задача би било безполезно и безсмислено, ако не се даде публичност на така направения информационен сайт.

Web достъп

За да се предостави web-достъп ще бъде използван сервър на hit.bg. Разработеният сайт е достъпен на Интернет адрес: www.ecg.hit.bg. Файловете са публикувани чрез HTTP сервър. Този

метод е подходящ поради широкото си разпространение и наличието на достъпни методи за работа с него на практически всяка машина, свързана с Интернет.