ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

SATBAYEV UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Манатов Аслан Бауыржанұлы

«Кардиологиялық көмек процестерін мультиагенттік технология негізінде оңтайландыру»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

SATBAYEV UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ
РТжАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылым кандидаты

Қ.А. Ожикенов
«23» мамыр 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Кардиологиялық көмек процестерін мультиагенттік технология негізінде оңтайландыру»

5В071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады Манатов Аслан

Ғылыми жетекшісі
тех.ғылым магистрі, лектор

Алимбаев Ш.А.

« 23 » мамыр 2020 г.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

SATBAYEV UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5В071600 – Аспап жасау

БЕКІТЕМІН
РТжАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылым кандидаты
Қ.А. Ожикенов
«23» қаңтар 2020 ж.

ТАПСЫРМА
дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушыға Манатов Аслан Бауыржанұлы
Тақырыбы: Кардиологиялық көмек процестерін мультиагенттік технология негізінде оңтайландыру
Университет ректорының бұйрығымен бекітілген №726-б «27» қантар 2020 г.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» мамыр 2020 ж.
Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйені әзірлеу, эксперименттік зерттеу және енгізу
Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:
а) Медициналық көмек көрсету құнын оңтайландыруға көзқарасты негіздеу.
б) МКДЖ әзірлеу кезінде Lazarus бағдарламалау ортасы және FreePascal компиляторы пайдаланылды.
в) Математикалық модельдерін құрастыру.
Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
15 слайд
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 25 әдебиеттер тізімі

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	22.01 – 15.02.2020 ж.	Орындалды
Есептеу бөлімі	22.01 – 15.02.2020 ж.	Орындалды
Бағдарламалық бөлім	15.03 – 20.04.2020 ж.	Орындалды
Зерттеу бөлімі	15.03 – 20.04.2020 ж.	Орындалды
Қорытынды бөлім	15.03 – 20.04.2020 ж.	Орындалды

Аяқталған дипломдық жобаға және оған қытысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының

ҚОЛТАҢБАЛАРЫ

Бөлімдердің атауы	**Ғылыми жетекшілер, кеңесшілер, (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)**	**Қол қойылған күні**	**Қол**
Қалып бақылаушы	Ж.С.Бигалиева, техника ғылымдары магистрі, лектор	23.05.2020 ж.	

Ғылыми жетекшісі Алимбаев Ш.А.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы Манатов А.Б.

Күні «23» мамыр 2020 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс кіріспеден, теориялық және техникалық бөлімдерден, сондай-ақ қорытынды мен пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Дипломдық жұмыстың көлемі 40 бет, 15 сурет.

Медициналық мекеме пациентінің деректеріне қол жеткізудің және электрокардиосигналды талдаудың әзірленген тәсілдері негізінде медициналық қызмет көрсетудің тиімділігі мен жеделдігін арттыру үшін мультиагентті кардиодиагностикалық жүйені әзірленді. МКДЖ клиенттік модулі Lazarus ортасында "Matrix32 есептеу жүйесі "кітапханасын қолдану арқылы жасалған

АНОТАЦИЯ

Данная дипломная работа состоит из введения, теоретической и технической частей, а также заключения и списка использованной литературы. Объем дипломной работы составляет 40 страниц, 15 иллюстрации.

Мультиагентная кардиодиагностическая система была разработана для повышения эффективности и скорости доступа пациентов к медицинским данным и медицинским услугам. Клиентский модуль МКДС был создан в среде Lazarus с использованием библиотеки Matrix32 Computing System. Разработана структура мультиагентной кардиодиагностической системы, которая включает в себя функциональный сервер, отвечающий за хранение и обработку информации, ответственный за организацию взаимодействия с клиентскими системами.

ABSTRACT

This thesis consists of an introduction, theoretical and technical parts, as well as the conclusion and list of references. The volume of the thesis is 40 pages, 15 illustrations.

A multi-agent cardiac diagnostic system was developed to increase the efficiency and speed of patients' access to medical data and medical services. The MKDS client module was created in the Lazarus environment using the Matrix32 Computing System library. The structure of a multi-agent cardiac diagnostic system has been developed, which includes a functional server responsible for storing and processing information, responsible for organizing interaction with client systems.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ 9
1 Диагностикалық жүйелерді дамытудың медициналық-әлеуметтік алғышарттары 10
1.1 Инвазивті емес мультиагентті кардиодиагностиканың қазіргі жүйесінің функционалдық мүмкіндіктерін талдау. Кардиодиагностика жүйелерінің жіктелуі 11
1.2 Инвазивті емес мультиагентті кардиодиагностиканың заманауи жүйелерінде ақпараттық іс-қимылды ұйымдастыру 11
2 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйенің құрылымдық схемасын әзірлеу 14
2.1. Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйені әзірлеу кезінде заманауи технологияларды пайдаланудың алғышарттары 14
2.2 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйеге қойылатын талаптар 15
2.3 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйенің құрылымдық схемасы 15
2.4 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйеде ақпараттық өзара іс - қимылды ұйымдастыру 18
3 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйенің құрылымын зерттеу 21
3.1. Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйенің жұмыс істеу сенімділігін арттыру 21
4 Инвазивті емес мультиагентті кардиодиагностикалық жүйесін іске асыру 25
4.1 Инвазивті емес мультиагентті кардиодиагностикалық жүйесінің бағдарламалық және аппараттық құралдары 25
4.2 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйедегі ақпараттық өзара әрекеттесудің ерекшеліктері 26
4.3 Клиенттік модульді бағдарламалық жүзеге асыру ерекшеліктері 28
Қорытынды
Қысқартулар мен шартты белгілер тізімі
Пайдаланған әдебиеттер тізімі
Қосымша А
Қосымша Б

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі. Жүрек-қан тамырлары аурулары (АҚК) Қазақстандағы өлімнің басты себебі болып табылады. Мемлекеттік статистикаға сәйкес, Қазақстанда өлім себептерінің жалпы құрылымында қан айналымы жүйесі ауруларының үлесі жылына 80 мың кісіні құрайды. Осыған байланысты жүрек күйін уақтылы диагностикалау қазіргі заманғы денсаулық сақтаудың ең маңызды міндеттерінің бірі болып қала береді.

Соңғы жылдары отандық денсаулық сақтауда құрылымдық өзгерістер орын алуда: емдік медицинадан профилактикалық медицинаға көшу жүзеге асырылуда. Профилактикалық медицина тұрғысынан, миокард инфарктісін диагностикалау ғана емес, оның пайда болуына себеп болатын қауіп факторлары мен белгілерін анықтау маңызды болып табылады, бұл аурудың дамуының алдын алуға мүмкіндік береді. "Денсаулық" басым ұлттық жобасы шеңберінде ерекше назар аударылатын медициналық мекемелерді компьютерлендіру тек басқару есебі мақсатында ғана емес, сонымен қатар халыққа медициналық көмек көрсету үшін де ақпараттық технологияларды қолдануға қол жеткізеді.

Осылайша, жүректің жай-күйі туралы ақпаратты жинауды, сақтауды және өңдеуді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін электрокардиосигналды (ЭКС) талдаудың жаңа тәсілдерін жасау және мультиагентті кардиодиагностикалық жүйені (МКДЖ) әзірлеу отандық денсаулық сақтауды дамытудың өзекті және перспективалық бағыты болып табылады.

Жұмыстың мақсаты: Медициналық мекеме пациентінің деректеріне қол жеткізудің және электрокардиосигналды талдаудың әзірленген тәсілдері негізінде медициналық қызмет көрсетудің тиімділігі мен жеделдігін арттыру үшін мультиагентті кардиодиагностикалық жүйені әзірлеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері. Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешілді:

1. Медициналық-экономикалық топтар бойынша медициналық қызметтер нарығын сегменттеу проблемасын талдау және жүрек аурулары бар науқастарға медициналық көмек көрсету құнын оңтайландыруға көзқарасты негіздеу.

2. Ақпараттық-өлшеу және басқару жүйелер негізінде, ақпараттық ресурстардың қол жетімділік проблемасын талдау негізінде сенімділік пен ақауларға төзімділігі бар мультиагентті кардиодиагностикалық жүйенің құрылымын жасау.

3. Үлестірілген ақпараттық-өлшеу және инвазивті емес мультиагентті кардиологиялық диагностикалық жүйелерде көп қолданушыға қол жеткізу режимінде мәліметтер тұтастығы мәселесін шешу үшін медициналық мекеменің пациенттік мәліметтеріне қол жетімділік әдісін жасау және зерттеу.

4. Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйені әзірлеу, эксперименттік зерттеу және енгізу.

1 Диагностикалық жүйелерді дамытудың медициналық-әлеуметтік алғышарттары

2010 жылы Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі "Денсаулық сақтау саласында бірыңғай мемлекеттік ақпараттық жүйені құру тұжырымдамасын" бекітті [12].

Медициналық мекеменің барлық ақпараттық ағындарына қызмет көрсетуге мүмкіндік беретін кешенді шешім – медициналық ақпараттық жүйелер (МАЖ) болып табылады [8]. МАЖ емдеу мекемелерінің ақпараттық кеңістігінің өзегі болып табылатын ұйымның басқарушылық есебін және емдеу-диагностикалық процесін автоматтандыруға, сондай-ақ пациенттермен; сақтандыру қызметтерімен, жеткізушілермен және қызметтің өзге де субъектілерімен ақпараттық өзара іс-қимылды жолға қоюға мүмкіндік береді (1.1-суретті қараңыз). Айта кету керек, медициналық ақпараттық жүйелердің үйлесімділігін қамтамасыз ету ДСБМАЖ-(Денсаулық сақтау саласында бірыңғай мемлекеттік ақпараттық жүйе) құру қағидаттарының бірі болып табылады [13]. Бұл МАЖ таңдау кезінде қажетті икемділікті қамтамасыз етеді, сондай-ақ оларды әзірлеу кезінде белгілі бір талаптар қояды.

1.1 сурет - Медициналық мекеменің ақпараттық кеңістігінің құрылымы

Қазіргі заманғы МАЖ-нің мақсаты, басқарудың тиімділігін және медициналық көмек көрсету сапасын арттыру болып табылады. Шешімдердің ерекше класы және маңызды құрамдас бөлігі диагностикалық жүйелер болып табылады. Дәрігердің ақпараттық қолдауы, диагностикалық жүйелердің функционалына тән пациенттің денсаулық көрсеткіштерін автоматтандырылған талдау, көрсетілетін қызметтердің сапасын арттырады, дәрігерлік қателіктің ықтималдығын төмендетеді,мекеменің еңбек ресурстарын пайдалануды оңтайландырады.

1.1 Инвазивті емес мультиагентті кардиодиагностиканың қазіргі жүйесінің функционалдық мүмкіндіктерін талдау. Кардиодиагностика жүйелерінің жіктелуі

Ақпараттық технологияларды дамыту медициналық мекемелердің қабырғаларында ғана емес, сонымен қатар жедел жәрдем бригадаларымен, сонымен қатар үйде дәрігердің бақылауынсыз қолдануға мүмкіндік берді [5,13].

Кардиодиагностиканың портативті жүйелеріне жүргізілген шолу бірқатар классификациялық белгілерді анықтауға мүмкіндік берді (1.2-суретті қараңыз), олардың қатары бойынша жүйелерге салыстырмалы талдау жүргізілді.

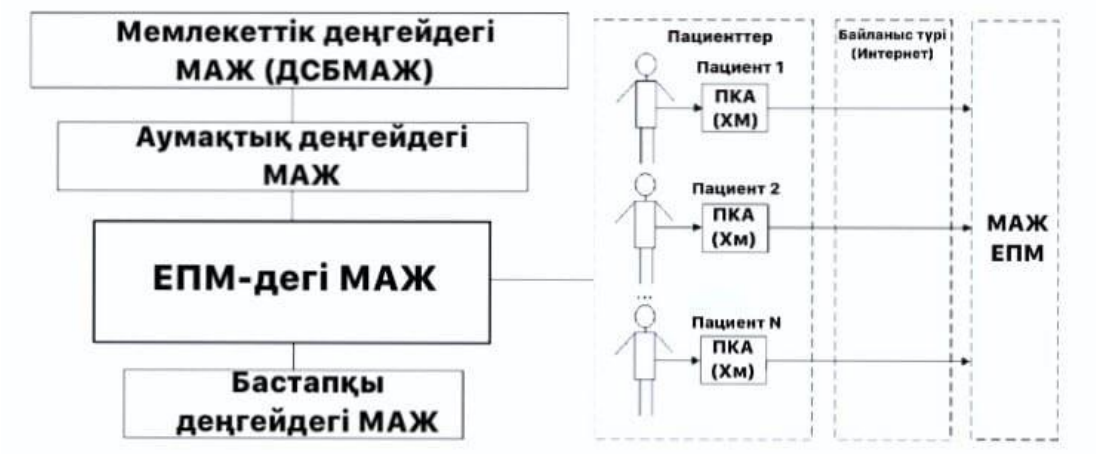
1.2 сурет - Кардиодиагностика жүйесінің жіктелу белгілері

Серверде жазба мұрағатын сақтау – бұл мүмкіндікті іске асыру үшін қажет және кестеден көрініп отырғандай, бірқатар жүйелер ЭКС жазбаларын медициналық кеңес беру ұйымының серверінде сақтауға мүмкіндік береді. Алайда диагностикалық мақсатта дәрігерге немесе фельдшерге жедел жәрдем шақыру сатысында да, пациент ауруханаға түскен кезде де, пациенттің соңғы кардиограммаларымен қамтамасыз ету өте маңызды.

Медициналық көмек көрсетудің неғұрлым тиімді схемасы, егер пациенттің бұрынғы жазба мұрағатында үй жағдайында алынған жазбалар да, сондай-ақ аурухананың қабырғасында дәрігердің бақылауымен тіркелген ЭКС-жазбалар болған жағдайда мүмкін болады. Бұл емдеу мекемелерінің МАЖ серверінің кардиодиагностикалық жүйе серверімен екіжақты алмасуын білдіреді [1]. Алайда, оның кемшілігі белгілі бір кардиосервермен байланыстыру болып табылады. Егер науқастың жазбалары әртүрлі медициналық мекемелердің серверінде сақталса, тиісті ЭКС жиынтығын тез жинап, қарап шығу мүмкін емес.

1.2 Инвазивті емес мультиагентті кардиодиагностиканың заманауи жүйелерінде ақпараттық іс-қимылды ұйымдастыру

"Денсаулық" ұлттық жобасы шеңберінде алмасу хаттамаларына және деректерді ұсыну форматтарына ерекше назар аудара отырып, салалық шешімдер әзірлеу қажет, және өзара іс-қимыл контексінде денсаулық сақтаудың бірыңғай мемлекеттік ақпараттық жүйесін (ДСБМАЖ) әзірлеу жүргізілуде. ДСБМАЖ-де медициналық қызметтерді алатын жеріне қарамастан, пациент туралы ақпаратты жинақтау міндеті бірінші орынға шығады. Денсаулық сақтаудың көп деңгейлі құрылымына сәйкес МАЖ-нің көп саны ұсынылған: бастапқы деңгейдегі МАЖ; емдеу-алдын алу мекемесі деңгейіндегі МАЖ (ЕПМ); аумақтық деңгейдегі МАЖ, мемлекеттік деңгейдегі МАЖ (3-суретті қараңыз).



1.3 сурет - Емдеудің алдын алу мекемесі деңгейіндегі МАЖ

Бас тарту тұрақтылығы мен қол жетімділік проблемасы қазіргі заманғы МАЖ-нің шешілмеген проблемаларының бірі болып табылады.

Адамның ақыл-ой қызметі кезінде уақыттың 85% қажетті ақпаратты іздеуге кетеді және уақыттың тек 15% ғана шешім қабылдауға кетеді. Бұл дәрігерге де қатысты, сондықтан МАЖ – ның басты мақсаты-ЕПМ деңгейінде ақпараттық қолдау:

– медицина қызметкерлерінің жұмысын ақпараттық қолдау;
– медициналық көмекті ақпараттық қамтамасыз ету;
– халықтың денсаулық деңгейіне мониторинг жүргізу.

Кардиодиагностиканың заманауи жүйелерінде қызмет көрсетуден бас тартудың негізгі себептері:

а) кардиодиагностика жүйесінің серверіне хакерлік шабуылдарды ұйымдастыру.

Қазіргі уақытта Internet арқылы түрлі қызметтерді ұсынатын ұйымдарға зиян келтірудің кең таралған тәсілі "қызмет көрсетуден бас тарту" - Distributed Denial of Service (DDoS) түріндегі ұйымдардың Internet серверіне бөлінген шабуылдар тәсілі болып табылады. DDoS-бұл есептеуіш жүйеге оны бас тартуға жеткізу мақсатында жасалған хакерлік шабуыл. Көбінесе DDoS-шабуыл экономикалық қысым әдісі болып табылады.

б) кардиодиагностика жүйесі серверінің жұмысындағы ақаулары.

Аппараттық құралдың бұзылуының қайталанбауы–серверге қосылған электронды компоненттердің қызмет ету мерзімінің шектеулі болуына, жұмыс жағдайына, жүйенің жүктелуіне және басқа факторларға байланысты. Сонымен қатар бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу, тестілеу және техникалық қызмет көрсету процесінің жеткіліксіз сапалы ұйымдастырылуының нәтижесі болуы мүмкін.

в) кардиодиагностика жүйесінің серверін электрмен жабдықтаудың болмауы.

Бұл проблема резервтік электрмен жабдықтау желісі болмаған кезде өзекті. Үздіксіз стандартты қуат көздері тек сервердің электронды компоненттерін кенеттен болатын кернеуден қорғайды және сыртқы қуат жоғалған кезде серверді дұрыс өшіруге мүмкіндік береді.

2 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйенің құрылымдық схемасын әзірлеу

2.1. Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйені әзірлеу кезінде заманауи технологияларды пайдаланудың алғышарттары

Соңғы жылдары жоғары өнімділігімен және байланыс арналарының өткізу қабілеттілігімен ерекшеленетін деректерді өңдеу орталықтарының (ДӨО) саны едәуір артты [19]. Кез келген пайдаланушыға және ұйымға физикалық немесе виртуалды бөлінген серверді (Virtual Dedicated Server, VDS) жалға алуға мүмкіндік беретін ДӨО (мысалы, Timeweb) бар. Қазіргі уақытта VDS технологиясы кең танымал, өйткені масштабтау және басқару оңай [23].

Денсаулық сақтауды ақпараттандыру саласында бұлтты есептеулерді пайдалану біздің елімізде электрондық медицинаны дамытудың перспективалық бағыты болып табылады. Бұлтты есептеу технологиясының негізінде "Интернет" желісін пайдаланушыларға әртүрлі электрондық "бұлтты" қызметтерді, атап айтқанда SaaS (Software as a Service) негізінде ұсынатын көптеген бұлтты сервистер бар [22].

Қазіргі заманғы тиімді медициналық мекемені МАЖ-сіз елестету мүмкін емес. МАЖ аурудың электрондық тарихымен (АЭТ) [10] жұмысты және АЭТ-мен байланысты процестерді есепке алуды, әртүрлі медициналық аппаратурамен өзара іс-қимылды, ЕПМ құжаттамасы мен бухгалтерлік есебін ұйымдастыруды қамтамасыз етеді [3]. МАЖ-ні пайдаланудың артықшылығы дамыған желілік инфрақұрылым, оның ішінде интернетке қосылған цифрлық байланыс арналарының болуы, бұл бірнеше ЕПМ арасында, сондай-ақ ЕПМ мен "бұлтты" қызметтерді ұсынуды қамтамасыз ететін әртүрлі интернет-сервистер арасында өзара іс-қимылды ұйымдастырады.

Қазақстан Республикасында жүректің жағдайын және еркін физикалық белсенділік жағдайын бағалауға мүмкіндік беретін портативті құрылғылар дамуда. Құрылғылардың бірі – физикалық белсенділік кезінде науқас жүрегінің параметрлерін тіркеуге арналған құрылғыдан және Bluetooth интерфейсі бойынша тіркеу құрылғысынан жүрек жағдайының автоматты бастапқы экспресс-диагностикасын жүзеге асыратын смартфоннан тұратын портативті кардиоанализатор болып табылады. Бұл құрылғылар көптеген интерфейстермен (GSM, GPRS, GPS/ГЛОНАСС, SMS және т.б.) жабдықталған, соның арқасында МКДЖ-мен желілік өзара іс-қимыл міндеттерін шешуге болады.

Мемлекеттік мақсатты бағдарламаның арқасында шұғыл қызметтердің қазіргі заманғы ақпараттық технологиялармен жабдықталуда, оның ішінде: азаматтар мен түрлі қызметтерден түскен барлық өтініштерді жазу үшін ДӨО пайдалану қажет [18]. Пациент жүрегінің күрделі жай-күйі туралы өтініштерді автоматты түрде шешуге болса, жедел жәрдем шақыруды ПКА ұсынған координаттар бойынша ұйымдастыруға болады, оны МКДЖ жасау кезінде ескеру қажет.

2.2 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйеге қойылатын талаптар

1. МКДЖ SaaS моделіне сәйкес жүрек диагностикасы саласындағы электрондық қызметтерді ұсынатын «бұлтты» қызмет түрінде ұйымдастырылуы керек.

2. МКДЖ бұлттық сервиске қосылған кез келген ЕПМ-мен медициналық ақпаратпен екіжақты алмасуды жүргізу мүмкіндігі болуы тиіс.

3. МКДЖ -ның ЕПМ-де пайдаланылатын МАЖ-бен өзара іс-қимылы жалпы қабылданған хаттаманы пайдалана отырып жүзеге асырылуы тиіс.

4 МКДЖ -ның түрлі МАЖ-бен бір мезгілде әртүрлі ЕПМ-мен өзара іс-қимыл құрылымы емдеуші дәрігерге оның емдеу немесе тексеру қай ЕПМ-де жүргізілгеніне қарамастан, пациент туралы соңғы уақытта деректерді сұратуға мүмкіндік беретін бөлінген деректер базасы ретінде қарастырылуы тиіс [3]. Бұл ретте МКДЖ пациенттердің АЭТ-ын, пациенттерді талдау, тексеру және емдеу туралы ақпарат сақталатын ЕПМ әртүрлі МАЖ-дан электрондық дербес медициналық жазбалар (ЭДМЖ) ала отырып жүргізуі тиіс.

5. МКДЖ портативті кардиоанализатормен өзара әрекеттесуі керек.

6. МКДЖ пациенттің жүрегінің ауыр жағдайын диагностикалау кезінде жедел жәрдем қызметіне автоматты түрде қоңырау шала алуы керек.

7. МКДЖ ЭКС-ті алдын-ала өңдеп, талдай алуы керек.

8. Өңделетін МКДЖ кроссплатформалы болуы тиіс, яғни нақты операциялық жүйеге қатты байланыстырылмауы тиіс.

9. МКДЖ DDoS-шабуылдар кезінде де, жеке элементтері істен шыққан кезде қол жетімділіктің жоғары деңгейіне және төзімділікке ие болуы тиіс [6].

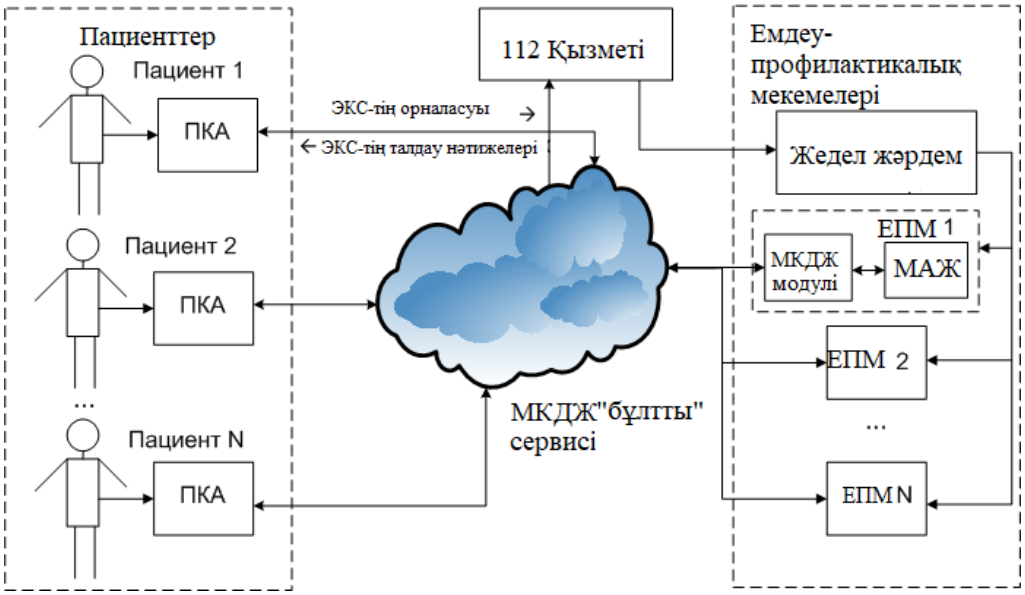
10. МКДЖ тұтынушылар саны ұлғайған кезде электрондық қызметтерді ұсыну сапасы мен жылдамдығы төмендемеуі керек. Бұған масштабтау арқылы қол жеткізуге болады, яғни «бұлтты» қызметтің есептеу ресурстарын ұлғайту, оған мыналар кіреді: пайдаланылған серверлер, желілік жабдық, байланыс арналары, бағдарламалық қамтамасыз ету және т.б. [4,16].

2.3 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйенің құрылымдық схемасы

МКДЖ құрылымын әзірлеу жүрек жұмысының көрсеткіштерін автоматты талдау үшін "бұлтты" сервис ресурстарын пайдалана отырып, ПКА жүрек жағдайын диагностикалаудың уақтылығын жақсартуға бағытталған. БКДЖ бұлтты сервисі жүрек жағдайы бойынша жинаған деректерді дәрігерге ұсыну арқылы пациентке көмек көрсету сапасын жақсартуға бағытталған.

МКДЖ әзірлеу, денсаулық сақтауды ақпараттандырудың перспективалық бағыттарының бірі болып табылады, ал жаңа диагностикалық белгілерді анықтау инвазивті емес кардиодиагностиканың функционалдық мүмкіндіктерін кеңейтеді.

Көрсетілген мақсаттарға қол жеткізу үшін 4-суретте көрсетілген бөлінген кардиодиагностикалық жүйеде өзара әрекеттесудің құрылымдық схемасы әзірленді.



2.1 сурет - МКДЖ-дағы өзара іс-қимылдың құрылымдық схемасы

2.1-суретте келесі элементтер көрсетілген:

а) МКДЖ "бұлтты" сервисі–пациенттердің жүрек жағдайын диагностикалаумен байланысты" бұлтты " қызметтерді ұсынуды қамтамасыз ететін жүйе.

б) ПКА–қауіпті аймақта орналасқан пациенттерді жабдықтауды ұсынатын портативті кардиоанализаторлар.

в) ЕПМ–МАЖ медициналық ақпараттық жүйелерімен жабдықталған және МКДЖ "бұлтты" сервисіне қосылған кез келген емдеу-алдын алу мекемелері. 2.1-суреттен МКДЖ арасындағы өзара іс-қимыл, медициналық мекемеде орнатылған МКДЖ модулінің көмегімен және МАЖ ерекшеліктерін ескере отырып жүзеге асырылатындығын көруге болады.

г) Жедел медициналық көмек–шұғыл медициналық араласуды талап ететін аурулар, жазатайым оқиғалар, жарақаттар, уланулар және басқа да жағдайлар кезінде азаматтарға көрсетілетін медициналық көмектің түрі.

д) жедел медициналық көмек – шұғыл медициналық араласуды талап ететін аурулар, жазатайым оқиғалар, жарақаттар, уланулар және басқа да жағдайлар кезінде азаматтарға көрсетілетін медициналық көмектің түрі.

МКДЖ бұлтты сервисі функциялары [22]:

а) пациенттің жүрек жағдайы туралы ПКА-дан ақпарат қабылдау;

б) қабылданған ақпаратты талдау;

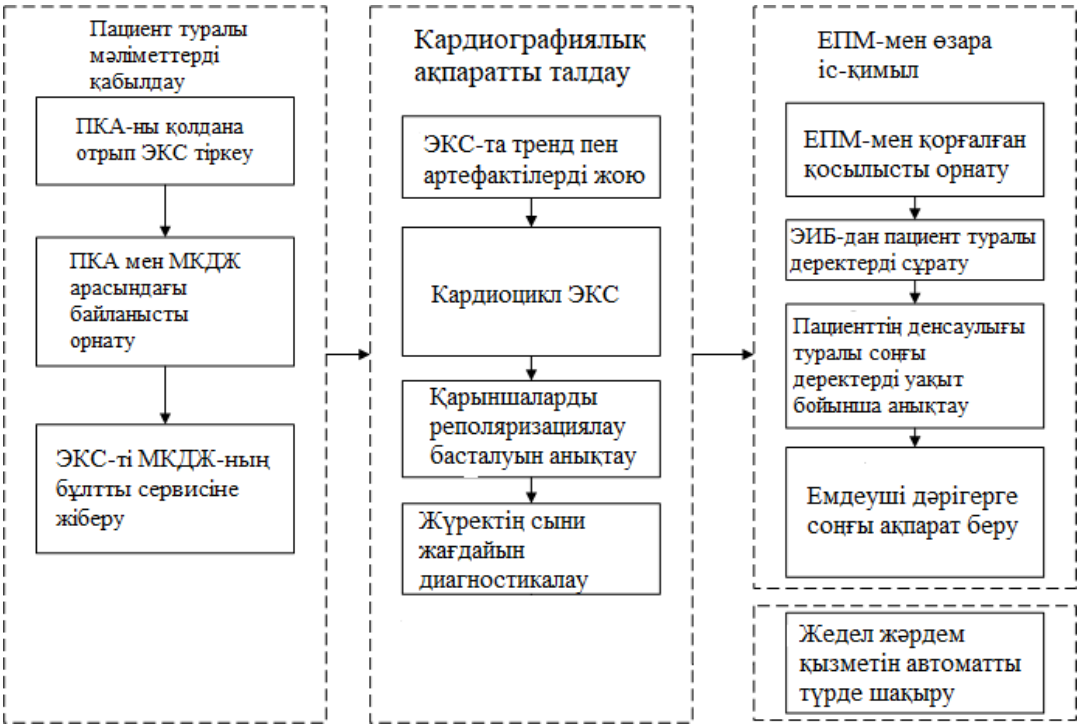
в) пациент жүрегінің ауыр жағдайын анықтаған кезде жедел жәрдем шақыру;

г) АЭТ-на тиісті мәліметтерді алу үшін МАЖ-мен жабдықталған және серверлік деректер базасында тіркелген медициналық мекемелерді зерттеу;

д) пациентті емдеу шаралары жүзеге асырылатын ЕПМ-де пациент туралы жиналған деректерді ұсыну.

Әрбір нақты ЕПМ үшін қажетті бағдарламалар пакетін оңтайлы қалыптастыруға мүмкіндік береді. Бұл ретте емдеуші дәрігердің автоматтандырылған жұмыс орнында (АЖО) орнатылған таратылған жүйе Модулінің басқа ЕПМ-де орнатылған МАЖ-мен өзара әрекеттесуі ақпаратқа асинхронды қол жеткізу режимінде көп буынды сәулетті қолдана отырып жүзеге асыру ұсынылды. Бұл ретте пациент туралы ақпаратты модификациялауға бір мезгілде әрекет жасаған кезде коллизиялардың пайда болу ықтималдығы жойылады.

МКДЖ жұмыс істеу алгоритмінің құрылымдық сұлбасы 2.2-суретте көрсетілген.

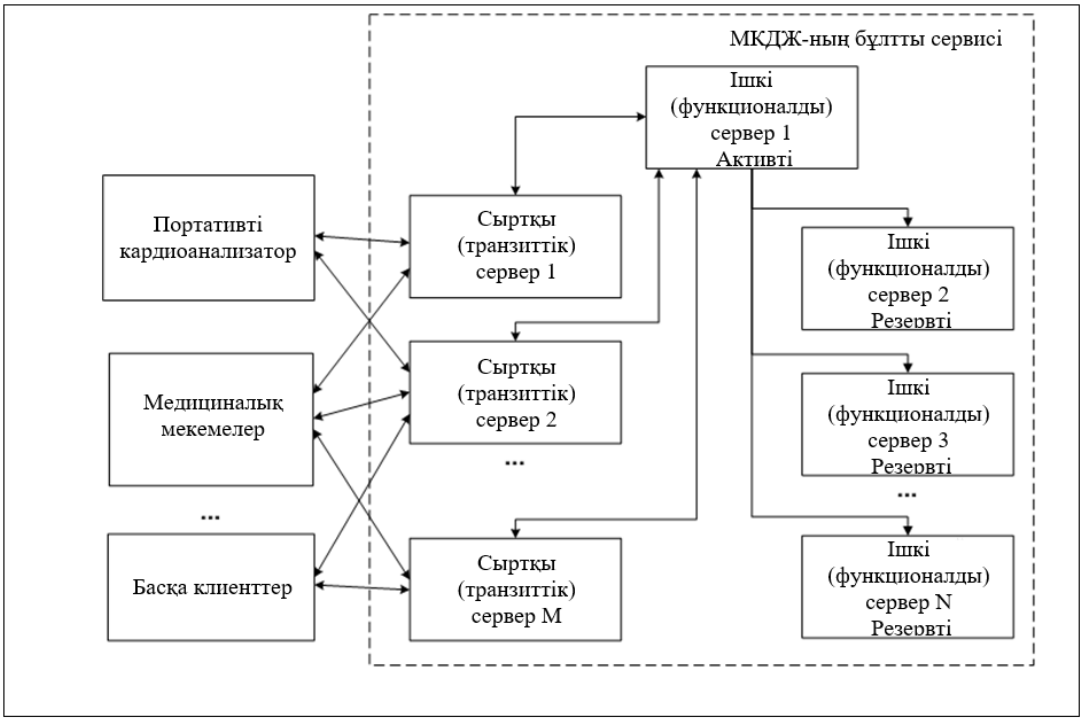


2.2 сурет - МКДЖ жұмыс істеу алгоритмінің құрылымдық сұлбасы

МКДЖ жұмыс істеу алгоритмінің құрылымдық сұлбасы:

– Пациент туралы деректерді алу.
– Картографиялық ақпаратты талдау.
– ЕПМ-мен өзара әрекеттесу.
– Жедел жәрдем қызметімен өзара іс-қимыл.

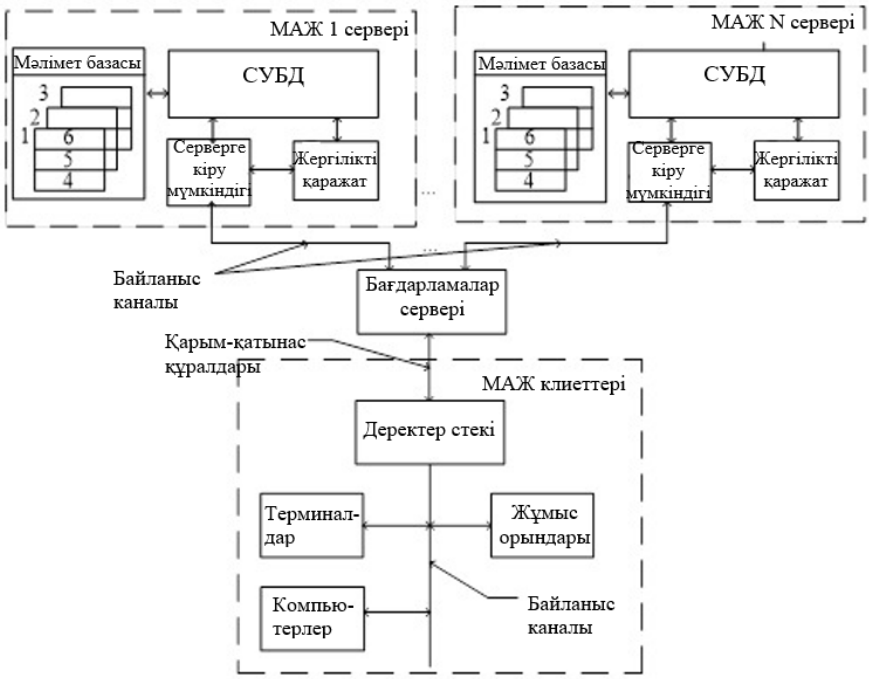
МКДЖ "бұлтты" сервисін ұйымдастыру схемасы 6-суретте көрсетілген.



2.3 сурет - МКДЖ "бұлтты" сервисін ұйымдастыру

2.4 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйеде ақпараттық өзара іс - қимылды ұйымдастыру

Әзірленген МКДЖ құрылымының негізі көп буынды клиент-серверлік технологияны қолдану жатыр, бұл ПКА-ды, ЕПМ кардиодиагностикалық кіші жүйелерін және жедел жәрдемді шақыру қызметін олардың "бұлтты" сервис арқылы өзара біріктіруге мүмкіндік береді. ДСБМАЖ тұжырымдамасы шеңберінде 2.3-суретте пациент туралы деректерді ұсыну және басқа миссиялармен өзара әрекеттесу тәсілінің қорғалған құрылымдық схемасы келтірілген [11].



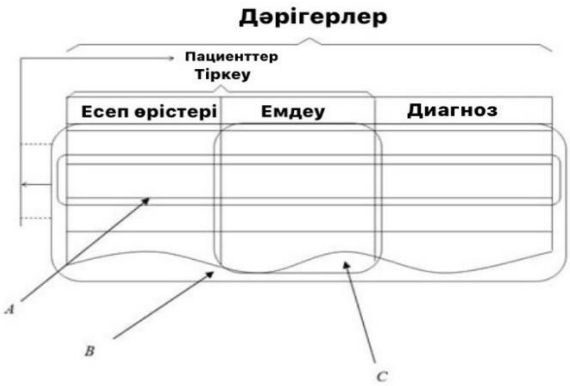
2.4 сурет - Пациент туралы деректерді ұсыну және басқа МАЖ өзара әрекеттесу тәсілінің құрылымдық схемасы

Суретте сандардың келесі элементтері көрсетілген:

-1, 2, 3-қол жетімділіктің әртүрлі деңгейіне қатысты медициналық мекеме пациентінің деректерін жазу;

- 4-пациент туралы деректер;
- 5-пациент коды;
- 6-пайдаланушы коды.

2.5-суретте ұсынылған деректерге қол жеткізу түрлері көрсетілген. Бірінші кодтық сөз пациент деректерінің барлық жиынтығына қол жеткізуге мүмкіндік береді, екінші кодтық сөз ДҚ-на толық қол жеткізуге мүмкіндік береді, ал үшінші кодтық сөз бірінші кодтық сөзбен пациент деректерінің бөлігіне қол жеткізуге мүмкіндік береді [11].



2.5 сурет - Пациент туралы деректерді ұсыну және басқа МАЖ өзара әрекеттесу тәсілінің құрылымдық схемасы

2.5-суретте мынадай белгілер қабылданды:

А-бірінші кодтық сөзбен қамтамасыз етілетін деректер;

В-екінші кодтық сөзбен қамтамасыз етілетін деректер;

С-үшінші кодтық сөзбен қамтамасыз етілетін деректер.

МКДЖ енгізу жедел медициналық көмек қызметіне пациенттің жүрегінің критикалық жағдайы туралы тезірек хабарлау және емдеуші дәрігерге бұлтты қызметке қосылған түрлі медициналық мекемелерден жиналған электронды медициналық тарихтан қажетті мәліметтерді ұсыну арқылы медициналық көмектің тиімділігін арттырады.

3 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйенің құрылымын зерттеу

3.1 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйенің жұмыс істеу сенімділігін арттыру

Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйе-бұл күрделі ақпараттық-өлшеу, бағдарламалық-аппараттық кешен, құрамына адам-машиналық буындар, техникалық немесе аппараттық құралдар мен бағдарламалар қамтамасыз ету кіреді. МКДЖ сенімділігі туралы айтқанда, оның екі құраушысын ескеру қажет: аппараттық құралдардың сенімділігі және бағдарламалық қамтамасыз етудің сенімділігі [11]. МКДЖ сенімділігін зерттеу кезінде ақпараттың шынайылығы, оның дұрыстығы, оның дұрыс түсіндірілуі үлкен маңызға ие. МКДЖ сияқты күрделі жүйеде қажетті сенімділік деңгейін қамтамасыз етуге барлық құрамдас бөліктердің ерекшеліктерін ескере отырған жөн.

МКДЖ сенімділігі жалпы жағдайда МКДЖ бөлігі болып табылатын неғұрлым күрделі жүйенің жұмыс тиімділігіне (Т) әсер етеді. Бұл әсер техника-экономикалық тиімділік (ТЭТ) арқылы жүзеге асырылады.Формальды түрде оны келесідей жазуға болады:

$$Э = f\,(ТЭ, Ф_n), \qquad (3.1)$$

мұнда Т-жұмыс тиімділігі;

ТЭТ-техникалық-экономикалық тиімділік;

$Ф_n$ – басқа да факторлар.

ТЭТ техникалық-экономикалық тиімділігі мен сенімділік сипаттамалары арасындағы тәуелділік:

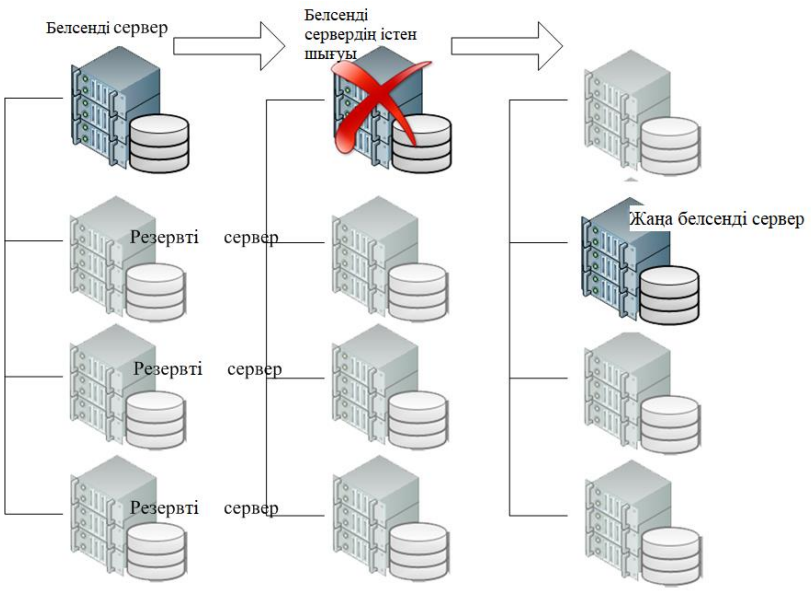
$$ТЭТ = a_o(t) + e^m{*}a_i(t){*}P_i, \qquad (3.2)$$

мұнда P_i -тоқтаусыз, берік, сақтау және жөндеуге жарамдылық сияқты сенімділіктің сандық көрсеткіштері;

$a_i(t)$ – сенімділіктің тиісті көрсеткіштерінің әсер ету дәрежесін көрсететін коэффициенттер;

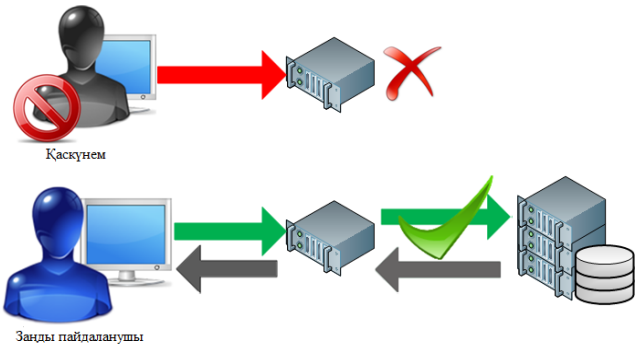
$a_o(t)$–өзге де пайдалану факторларының әсерін ескеретін коэффициент.

МКДЖ-нің ақаулыққа төзімділігі, яғни МКДЖ-нің жүйенің аппараттық немесе бағдарламалық жасақтамасында ақаулар болған жағдайда көрсетілген функцияларды орындау қабілеті жүйенің бұлтты қызметінің құрылымдық ұйымдастырылуымен байланысты (12-суретті қараңыз). Біріншіден, бұл белсенді функционалдық сервердің деректерін резервтік функционалдық серверге репликациялау, олардың әрқайсысы белсенді сервер істен шыққан жағдайда оның рөлін өзіне алуға қабілетті (12-суретті қараңыз).



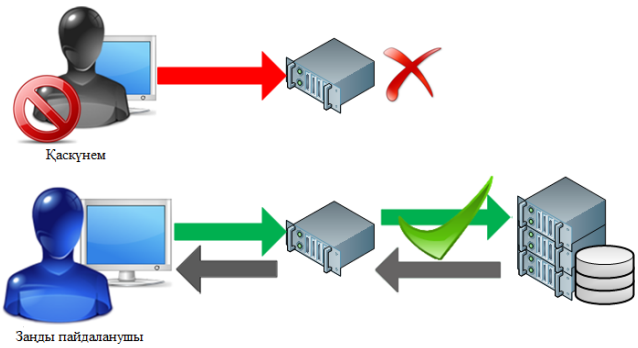
3.1 сурет - МКДЖ функционалдық ядросының істен шығу тұрақтылығы

Екіншіден, Транзиттік серверлерді пайдалану функционалды серверлердің желілік мекен-жайларын сыртқы қоңыраулардан қорғайды. Осылайша, ықтимал шабуылдаушының белсенді серверге рұқсатсыз әсер ету қаупі азаяды.(3.2-суретті қараңыз).



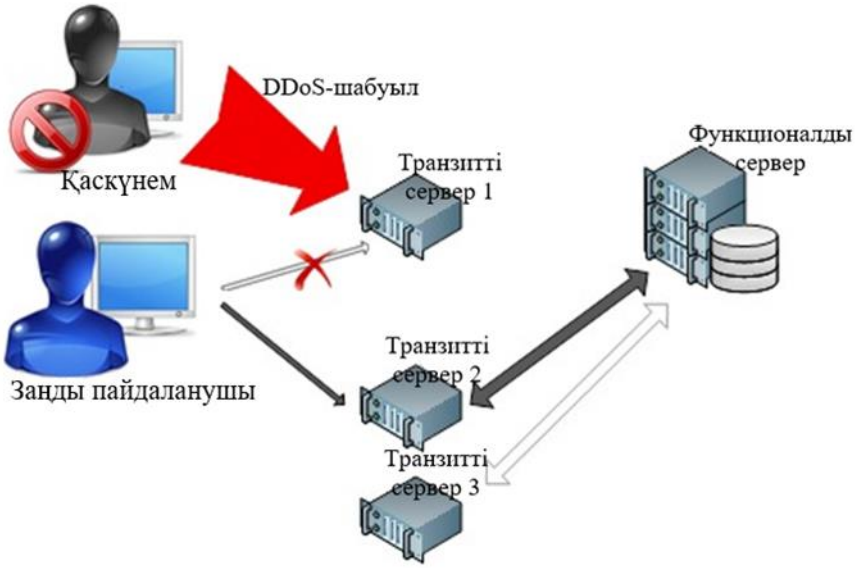
3.2 сурет - Транзиттік сервермен трафикті сүзу

Сонымен қатар, көптеген транзиттік серверлерді пайдалану жүйенің DDoS-шабуылдарға тұрақтылығын арттырады. (3.3-суретті қараңыз).



3.3 сурет - DDoS-шабуыл кезінде транзиттік сервердің істен шығуы

Сонымен қатар, көптеген транзиттік серверлерді пайдалану жүйенің DDoS-шабуылдарға тұрақтылығын арттырады. Клиенттің "тікелей" ұйымдастырылған сервермен желілік өзара іс-қимылы кезінде, DDoS-шабуыл кезінде заңды пайдаланушының жұмысы сервердің өтініштеріне қызмет көрсету мүмкін болмауына байланысты тоқтатыла тұруы мүмкін (3.4-суретті қараңыз).



3.4 сурет - Пайдаланушының сұрауын жұмыс транзиттік сервері арқылы қайта бағыттау

DDoS-шабуылдарға төзімділіктің түрлі дәрежелеріне ие көптеген транзиттік серверлерді бір мезгілде пайдалану МКДЖ сервисінің қолжетімділігін арттырады, яғни оның тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығын (P):

$$P = 1 - \prod_{i=1}^{n}(1 - p_i), \qquad ((3.3)$$

мұнда p_i – I-ші транзиттік сервердің (ТС) оған DDoS-шабуылдарды ұйымдастыру кезіндегі тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы.

Кезінде $p_1 = p_2 = p_3 = 0{,}5$, $P = [1 – (1 – p)3] = 1 – 0{,}125 = 0{,}875$.

N транзитті серверлердің саны және олардың DDoS-шабуылдарға төзімділігі ұлғайған кезде МКДЖ сервисінің тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы өзінің максимумына ұмтылады, $P \rightarrow 1$.

Осылайша, құрылымдық резервтеу мультиагентті кардиодиагностикалық Жүйенің тоқтаусыз жұмыс істеу мүмкіндігін арттырады.

4 Инвазивті емес мультиагентті кардиодиагностикалық жүйесін іске асыру

4.1 Инвазивті емес мультиагентті кардиодиагностикалық жүйесінің бағдарламалық және аппараттық құралдары

Заманауи бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу кезінде бағдарламалық жасақтаманы жасау ортасын таңдау маңызды емес. Даму ортасы көптеген ерекшеліктерге ие болуы керек, олардың арасында мыналар ерекшеленеді:

1. Бағдарламалық жасақтама жасау саласындағы заманауи технологияларды қолдау;
2. Әртүрлі операциялық жүйелерде бірдей жұмыс істей алатын кроссплатформалы қосымшаларды әзірлеу мүмкіндігі;
3. Заманауи дамыған бағдарламалау тілі;
4. Біріктірілген компоненттер кітапханасының болуы;
5. Жоғары өнімділікпен және компьютерлік аппараттық ресурстарға төмен талаптармен сипатталатын машиналық кодты жасау;
6. Әзірлеу ортасының құны, оны өрістету қарапайымдылығы және бағдарламалық жобаларды құрастыру мен жоғары жылдамдығы;
7. Анықталған қателіктерді жоюмен айналысатын бағдарламалық жасақтама жасаушылар қауымдастығының болуы [14].

Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеудің заманауи құралдарын талдау жоғарыда аталған мүмкіндіктерде Object Pascal және Free Pascal бағдарламалау тілін қолдана отырып, Lazarus IDE бағдарламалық қамтамасыздандырудың еркін қол жетімді ортасы бар екенін көрсетті. Lazarus IDE қолдану сізге МКДЖ әзірлеуге, шығындарды азайтуға және Windows және Linux сияқты әртүрлі операциялық жүйелерде жұмыс жасайтын платформалық бағдарламаны қамтамасыз етуді енгізуге мүмкіндік береді.

МКДЖ "бұлтты" сервисі шеңберінде Деректерді сақтау, өңдеу және қол жеткізу үшін пайдаланылатын (МКДЖ) таңдау маңызды болып табылады. Заманауи МКДЖ талаптардың үлкен санын қанағаттандыруы тиіс:

1. Кросс-платформа (әр түрлі ОЖ жұмыс істеу мүмкіндігі және ДҚ деректерді сақтау форматы ОЖ-ға тәуелді болмауы керек);
2. ДҚ басқарудың ыңғайлы құралының болуы;
3. Мәліметтер мен деректерді өңдеуге қажетті функцияларды әзірлеудің жеңілдігімен және орындалуымен сипатталатын кіріктірілген бағдарламалау тілінің болуы;
4. ДҚ-ны резервтік көшірмесін жасау және қалпына келтіру мүмкіндігі;
5. ДҚ-да қауіпсіздік саясатын ұйымдастыру мүмкіндігі;
6. ДҚ түрлі операцияларды орындау кезінде БКДЖ жоғары өнімділігі;
7. Деректерді басқа серверлерге көшіруді ұйымдастырудың жеңілдігі;
8. SQL-92, SQL-2008 стандартына сәйкес SQL тілін қолдану.
9. МКДЖ-ның барлық мүмкіндіктерін сипаттайтын толық құжаттаманың болуы;

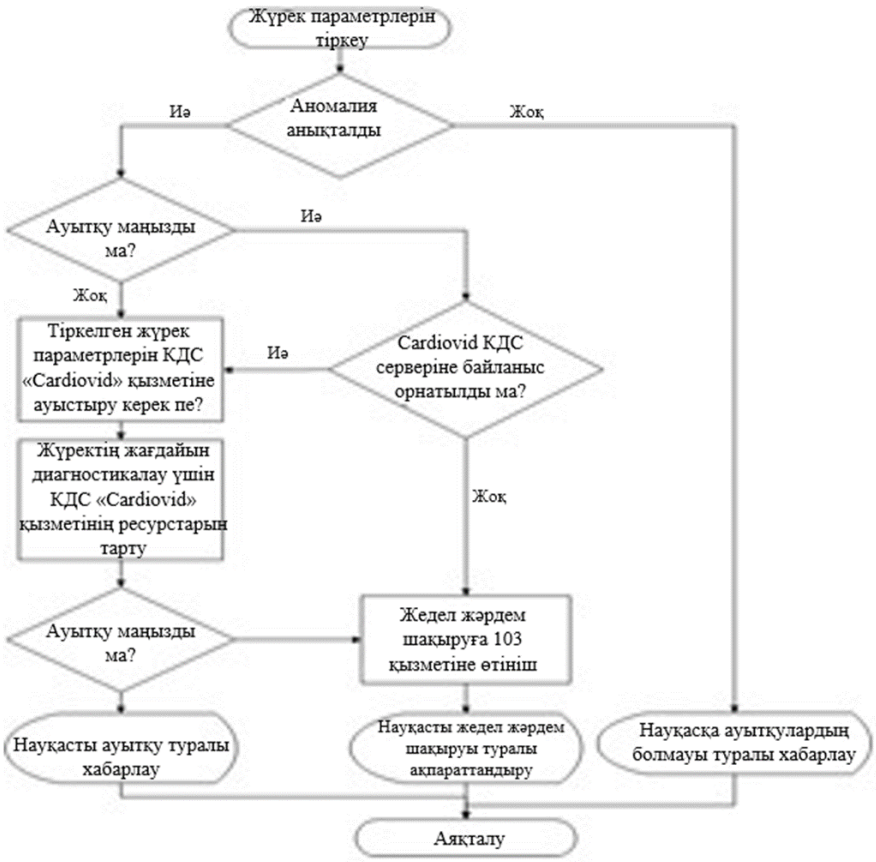
10. МКДЖ белсенді дамуын және анықталған қателерді жоюды жүзеге асыратын МКДЖ әзірлеушілер қауымдастығының болуы;

«Клиент-сервер» архитектурасына негізделген заманауи медициналық ақпараттық жүйелерді дамыту технологиясы ретінде Microsoft SQL Server, Oracle, Borland Interbase Server, Cache қолданылады. Қазіргі заманғы реляциялық МКДЖ талданды, соның ішінде Oracle, Microsoft SQL Server, Microsoft Access, IBM DB2, MySQL, PostgreSQL, SQLLite, Interbase, Firebird. Талдау көрсетілген талаптарға сәйкес FireBird [15] БКДЖ қанағаттандыратынын көрсетті. Firebird "Mozilla Public Licence" лицензиясы бойынша еркін таратылатын тегін МКДЖ болып табылады [9], алайда оның мүмкіндіктері көптеген жағдайларда ақылы аналогтардың мүмкіндіктерінен асып түседі.

МКДЖ әзірлеу кезінде Lazarus бағдарламалау ортасы және FreePascal компиляторы пайдаланылды. Деректерді "бұлтты" сервисте сақтау үшін Firebird ДҚБЖ қолданылады. ЕПМ және МАЖ-да орнатылған МКДЖ модулімен өзара әрекеттесу үшін TLS [14] көмегімен шифрланған байланыс арнасы пайдаланылады. МКДЖ Windows ОС және Linux Intel x86 аппараттық платформасында жұмыс істей алады. "Бұлтты "сервис" Қызмет " режимінде жұмыс істей алады.

4.2 Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйедегі ақпараттық өзара әрекеттесудің ерекшеліктері

Пациент қолданатын ПКА жүрек ауытқулары анықталған жағдайда МКДЖ бұлтты сервисімен қосылыс орнатады. Егер анықталған ауытқу ауру деп танылмаған жағдайда, ПКА тіркелген жүрек функциясының параметрлерін МКДЖ қызметіне жібереді, одан кейін МКДЖ сервисі жүрек автоматты компьютерлік диагностикасын жүзеге асырады және қажет болған жағдайда жедел жәрдем шақыру үшін 103 қызметіне өтінім жібереді. Егер ПКА ауытқуды анықтаса, онда ол МКДЖ сервисімен байланыссыз, 103 қызметіне өтінім жібере алады (4.1-суретті қараңыз).



4.1 сурет - МКДЖ сервисімен өзара іс-қимыл алгоритмінің схемасы

МКДЖ – ның ЕПМ-мен өзара іс-қимылының ерекшеліктері:

1. МАЖ-мен жабдықталған және МКДЖ бұлтты қызметімен өзара әрекеттесу модулімен жабдықталған медициналық мекемелер жақын транзиттік сервермен қауіпсіз шифрланған SSL қосылымын орнатады. SSL сертификаты МКДЖ қызметі үшін де, әр емдеу мекемесі үшін де жасалады.

2. Науқастың жүрегінің ауыр жағдайын анықтағаннан кейін және жедел жәрдем шақырғаннан кейін, оған қосылған транзиттік серверлер арқылы МКДЖ қызметі барлық ауруханалардан науқас туралы медициналық ақпаратты жинауға бұйрық береді.

3. ЕПМ ақпарат жинау командасын қабылдайды, көрсетілген пациенттің электрондық ауру тарихын іздестіреді және пациент туралы медициналық электрондық жазбалар болған жағдайда оларды дайындауды орындайды, цифрлық қолтаңбаны жүзеге асырады және ақпаратты МКДЖ сервисіне береді [3].

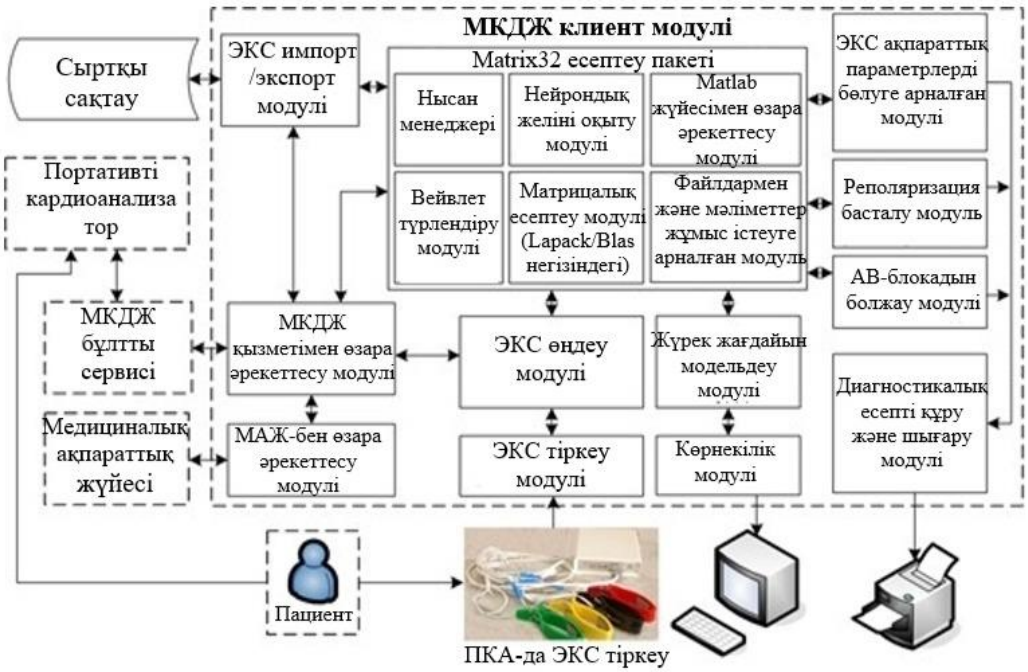
4. Науқас стационарға және емдеуші дәрігерге жеткізіліп, МКДЖ бұлтты қызметімен өзара әрекеттесу модулін қолдана отырып, барлық медициналық мекемелерден, сондай-ақ ПКА-дан жиналған электронды медициналық тарихтың медициналық жазбаларын сұрайды.

4.3 Клиенттік модульді бағдарламалық жүзеге асыру ерекшеліктері

Емдеуші дәрігерге стационардағы пациент туралы жаңа ақпарат беру үшін МКДЖ клиенттік модулі қолданылады. Бұл модуль келесі функцияларды орындайды:

- МКДЖ "бұлтты" сервисімен өзара іс-қимыл жасау;
- МКДЖ сервисі арқылы басқа ЕПМ-мен өзара әрекеттесу;
- Дәрігерге пациентті тексеру нәтижелері туралы ақпаратты ұсыну;
- ПКА көмегімен тіркелген ЭКС-ды графикалық түрде ұсыну;
- ЭКС талдау және зерттеу үшін құралдарды ұсыну.

МКДЖ клиенттік модулі Lazarus ортасында "Matrix32 есептеу жүйесі "кітапханасын қолдану арқылы жасалған [2]. Бұл кітапхана ЭКС өңдеу міндеттерін шешу үшін ең қуатты құралдардың бірі болып табылады. Сонымен қатар, Matrix32 әртүрлі ғылыми-зерттеу бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу кезінде есептеу ядросы ретінде пайдаланылуы мүмкін. Matrix32 негізіндегі МКДЖ клиенттік Модулінің құрылымы 4.2-суретте көрсетілген.

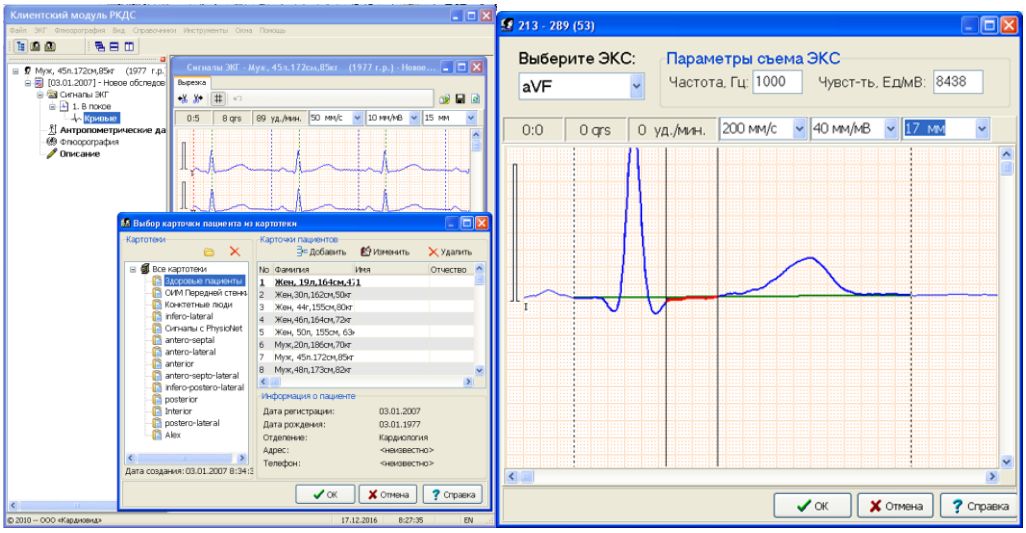


4.2 сурет - МКДЖ клиенттік модулінің құрылымы

МКДЖ клиенттік Модулінің құрамына келесілер кіреді:

- Matrix32 есептеу пакеті;
- ЭКС тіркеу модулі;
- ЭКС алдын ала өңдеу модулі;
- МАЖ-мен өзара іс-қимыл модулі;
- МКДЖ "бұлтты" сервисімен өзара әрекеттесу модулі;
- ЭКС ақпараттық параметрлерін бөлу модулі;
- реполяризация басталуын анықтау модулі;

МКДЖ клиенттік Модулінің экрандық формаларының мысалы 4.3-суретте көрсетілген. Суретте МКДЖ клиенттік модулі пациенттердің тексерулерін тіркейтін және емдеуші дәрігерге ЭКГ-ны қарауға және зерттеу жүргізуге ыңғайлы құралдармен қамтамасыз етілген.



4.3 сурет - МКДЖ клиенттік Модулінің экрандық формалары

ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген зерттеулер мен қойылған міндеттерді шешу барысында келесі нәтижелер алынды:

1. Медициналық көмек көрсетуге шығындарды азайту және жүрек-қантамыр жүйесі аурулары бар пациенттердің материалдық әл-ауқатына тәуелділікті азайту үшін бөлінген кардиодиагностикалық жүйені ақпараттық және техникалық қамтамасыз ету құралдары негізінде пациенттердің денсаулық жағдайына қашықтықтан мониторингті пайдаланудың орындылығы негізделген.

2. Ақпаратты сақтау және өңдеу үшін жауап беретін, клиенттік жүйелермен өзара іс-қимылды ұйымдастыруға жауап беретін функционалдық серверді қамтитын бөлінген кардиодиагностикалық жүйенің құрылымы әзірленді; жүйенің сенімділігін және істен шығуды арттыру үшін активті функционалдық сервердің деректерін резервтік серверге репликациялау тетігі пайдаланылады.

3. Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйеде пациенттің деректеріне қол жеткізудің бірнеше режимінде деректердің тұтастығы проблемасын шешу үшін пайдаланушыға оның өкілеттіктеріне сәйкес деректерді ұсынуға мүмкіндік беретін медициналық мекеменің пациенттеріне қатысты деректерге қол жеткізу тәсілі әзірленді.

4. ЭКС талдаудың ұсынылған тәсілдерінің тиімділігін көрсететін бөлінген кардиодиагностикалық жүйе әзірленді.

ҚЫСҚАРТУЛАР МЕН ШАРТТЫ БЕЛГІЛЕР ТІЗІМІ

ДҚ	Деректер қоры
ДСБМАЖ	Денсаулық сақтаудың бірыңғай мемлекеттік ақпараттық жүйесі
ЕПМ	Емдеу-алдын алу мекемесі
МАЖ	Медициналық ақпараттық жүйе
АХЖ	Аурулардың халықаралық жіктелуі
МЭТ	Медициналық-экономикалық топтар
ПКА	Портативті кардиоанализатор
БҚ	Бағдарламалық қамтамасыз ету
МДҚ	Мультиагентті деректер қоры
МКЖ	Мультиагентті кардиодиагностикалық жүйе
ЖҚА	Жүрек-қантамыр аурулары
ДҚБЖ	Деректер қорын басқару жүйесі
ТС	Транзитті сервер
ЭКГ	Электрокардиограмма
ЭКС	Электрокардиосигнал
SaaS	Software as a Service
VDS	Virtual Dedicated Server

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бодин, О.Н. Концепция виртуальной медицинской диагностической системы / О.Н. Бодин, Д.С. Логинов, А.Е. Моисеев, Р.В. Рябчиков // Датчики и системы. – М., 2011. – №4, С. 13-18.

2. Вычислительная система Matrix32. – URL: https://sourceforge.net/ p/loginovprojects/code-0/HEAD/tree/trunk/matrix32 (дата обращения: 10.01.2017).

3. ГОСТ Р 52636–2006. Электронная история болезни. Общие положения. – URL: http://protect.gost.ru.

4. Гусев, А.В. Медицинские информационные системы / А.В. Гусев [и др.]. – Петрозаводск: изд-во ПетрГУ, 2005. – 404с.

5. Кечкер, М.И. Руководство по клинической электрокардиографии. – М., 2000. – 395с.

6. Короленко, А.В. Основные черты современного демографического кризиса в России и пути его преодоления / А.В.Короленко // Проблемы развития территории. – 2014. – №2(70). – С. 79-94

7. Кроссплатформенность / Сайт «Википедия». – URL: https:// en.wikipedia.org/ wiki/Cross-platform.

8. Кузнецова О.Ю., Дубикайтис Т.А. Электрокардиографическая диагностика острого коронарного синдрома // Скорая медицинская помощь. – 2009.-№ 3.-С.36-42. – URL: http://szgmu.ru/files/smp/2009№3.pdf

9. Лактионова, Л.В. Организация информационного пространства медицинского учреждения / Л.В. Лактионова. – Электронный журнал «Социальные аспекты здоровья населения». – URL:

10. Мурашко В.В, Струтынский В.В. Электрокардиография: уч. пос. – 6-е изд. – М.: МЕДпрессинформ, 2004. – 320с.

11. Пат. 2257838 Российская Федерация. Способ диагностики состояния сердечно-сосудистой системы / О.Н. Бодин [и др.] – № 2004107011/14 ; заявл. 09.03.2004 ; опубл. 10.08.2005, Бюл. № 22.

12. Пат. 2540528 Российская Федерация. Устройство для регистрации электрокардиосигналов в условиях свободной активности / Бодин О. Н. и др. – № 2013132637/14 ; заявл. 16.07.2013 ; опубл. 10.02.2015, Бюл. № 4.

13. Рябыкина, Г.В. Опыт использования прибора КардиоВизор в кардиологической практике / Г.В. Рябыкина, А.С. Сула, Е.В. Щедрина // Кардиологический вестник. – 2006. – Т. –1(XIII). – №1. – С. 14-18.

14. Среда разработки программного обеспечения Lazarus. – URL: http://www.lazarus-ide.org .

15. Средство администрирования баз данных IB Expert. – URL: http://www.ibexpert.net .

16. Система управления базами данных Firebird. – URL: https://firebirdsql.org .

17. Технические характеристики электрокардиографа ЭК1Т-1/3-07 «Аксион

18. Тогунов И. А. Сегментация рынка медицинских услуг как степень доступности медицинской помощи // Здравоохранение Российской Федерации. 2000. № 3. с.12-14

19. Фролов, С.В. Современные особенности развития медицинских информационных систем / С.В. Фролов, С.Н. Маковеев, С.В. Семенова // Врач и информационные технологии. – 2010. – №2. – С. 4-9.

20. Центр обработки данных. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Дата-центр.

21. Denial-of-service attack. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/DoS-атака.

22. Górriz J.M. Real Time QRS Detection Based on M-ary Likelihood Ratio Test on the DFT Coefficients. / Górriz J.M., Ramírez J., Olivares A., Padilla P., Puntonet C.G., Cantón M., Laguna P. – PLOS ONE. – 2014, October 30.doi.org/10.

1371/journal.pone.0110629.

23. Townsend N., Wilson L., Bhatnagar P., Wickramasinghe K., Rayner M., Nichols M. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016 //European Heart Journal, 2016, 37(42), 3232–3245. doi:10.1093/eurheartj/ehw334

14. Аритмия сердца. Механизмы, диагностика, лечение. Под редакцией В. Дж. Мандела. Москва, Медицина, 1996. Т.2, 294 с.

25. Электронная база данных биомедицинских сигналов. – URL: https://physionet.org/physiobank/database/mitdb/ (дата обращения: 10.06.2012).

ҚОСЫМША А

Кіріс буферінен деректерді оқу функциясы:

```
function ReadAllByteInBuffer(ClientInfo: TClientInfo; ResetTimerPeriod: Integer): Boolean;
var
Err: Integer;
B: Byte;
s, sBuf: string;
StartRequestToExchangeTime: TDateTime;
L: TStringList;
begin
Result := True;
try
if ClientSocket.Connection.Socket.InputBuffer.Size = 0 then
begin
ClientSocket.Connection.Socket.CheckForDataOnSource(50);
end;
while ClientSocket.Connection.Socket.InputBuffer.Size > 0 do
begin
B := ClientSocket.Connection.Socket.ReadByte();
IncReceiveBytes(1);
if ResetTimerPeriod > 0 then
TimeoutTimer.Start(ResetTimerPeriod);
if Assigned(ClientInfo) then
begin
if Chr(B) = 'R' then // REQUEST OF EXCHANGE
begin
sBuf := Chr(B);
StartRequestToExchangeTime := Now;
while Pos(EOL, sBuf) = 0 do
begin
while ClientSocket.Connection.Socket.InputBuffer.Size > 0 do
begin
B := ClientSocket.Connection.Socket.ReadByte();
IncReceiveBytes(1);
sBuf := sBuf + Chr(B);
end;
if Pos(EOL, sBuf) > 0 then Break;
if MilliSecondsBetween(Now, StartRequestToExchangeTime) > 1000
then
begin
sBuf := '';
```

```
Break;
end;
if Length(sBuf) >= 2 then
if sBuf[2] <> ',' then
Break;
ClientSocket.Connection.Socket.CheckForDataOnSource(50);
end;
if Pos(EOL, sBuf) > 0 then
begin
L := TStringList.Create;
try
L.Text := StringReplace(sBuf, ',', sLineBreak, [rfReplaceAll]);
if L.Count >= 3 then
begin
if L[1] = '1' then
begin
if Assigned(ClientInfo.PointDesc) then
ClientInfo.PointDesc.RegRequestConnectToMaster(L[2]);
LogString('Received command: ' + sBuf);
        // Отсылаем клиенту подтверждение того, что команда принята
s:=  IntToStr(MSG_INIT_LINK_COMMAND_FROM_SLAVE_ACCEPTED)
+  ',1,' + L[2];
SendMessageToClient(ClientInfo, s, True);
end;
end;
finally
L.Free;
end;
sBuf := '';
end;
end;
sBuf := '';
end; //if Assigned(ClientInfo) then
end;
except
on E: Exception do
begin
Result := False;
if sDisconnectReason <> '' then
sDisconnectReason := 'ReadAllByteInBuffer error: ' + E.Message;
AddEvent(ClientInfo, 'ReadAllByteInBuffer error: ' + E.Message + '
(err='+IntToStr(Err)+')');
end;
end;
```

```
end;
const
MUST_CONTINUE = 0;
MUST_BREAK = 1;
MUST_NOACTION = 2;
  { Читает входящие байты. Контролирует таймаут }
function ReadNewChars(var sInStr: string; ReadOneByte: Boolean): Integer;
var
Size: Integer;
str: string;
Ch: Char;
begin
try
Result := MUST_NOACTION;
    //если соединение завершено, то выходим из цикла
if IsMustClosed(ClientInfo, sDisconnectReason) then
Exit(MUST_BREAK);
    //получаем процент таймера
ClientInfo.TimeoutPercent := TimeoutTimer.PercentDone();
    //ожидаем получения данных; если данных нет, то начинаем цикл
заново
if ClientSocket.Connection.Socket.InputBuffer.Size = 0 then
if not ClientSocket.Connection.Socket.CheckForDataOnSource(50) then
Exit(MUST_CONTINUE);
     // Если во входящем буфере есть данные, то складываем их со строкой
Size := ClientSocket.Connection.Socket.InputBuffer.Size;
  if Size > 0 then
  begin
if ReadOneByte then
begin // Считываем один-единственный байт
Ch := Chr(ClientSocket.Connection.Socket.ReadByte());
    str := Ch;
end else
    begin // иначе считываем все байты
      // Если пакет слишком большой, то выходим
if Size > 500 then
begin
SendMessageToClientByCode(ClientInfo,
MSG_AUTH_ERROR_OVERFLOW_BUFFER, True);
sDisconnectReason := 'MSG_AUTH_ERROR_OVERFLOW_BUFFER';
Exit(MUST_BREAK);
   end;
str := ClientSocket.Connection.Socket.InputBuffer.Extract();
```

```
    end;
  sInStr := sInStr + str;
  IncReceiveBytes(Length(str));
    end;
     // Если строка авторизации получилась слишком большой, то прерываем
цикл
  if Length(sInStr) > 500 then
     begin
  SendMessageToClientByCode(ClientInfo,
MSG_AUTH_ERROR_OVERFLOW_STRING, True);
  sDisconnectReason := 'MSG_AUTH_ERROR_OVERFLOW_STRING';
  Exit(MUST_BREAK);
    end;
     //ищем среди полученных данных символ #10
  if Pos(LF, sInStr) = 0 then
  Exit(MUST_CONTINUE);
  except
  on E: Exception do
  begin
  if sDisconnectReason = '' then
  sDisconnectReason := 'ReadNewChars error: ' + E.Message;
  raise;
    end;
    end;
    end;
```

ҚОСЫМША Б

Виртуалды байланыс арнасы бойынша мәліметтер алмасуды жоспарлау функциясы:

```
while True do
begin
if not WaitMaxSpeed() then
 begin
Break;
 end;
   //если есть что передать, то сразу передаем ВСЕ НАКОПЛЕННЫЕ ДАННЫЕ на связанный сокет
Size := ClientInfo.Queue.GetFirstBlock(ms);
  // Проталкиваем текущую секунду, чтобы не потерять инфу о скорости
ClientInfo.SecondsStat.RegBytes(0);
while Size > 0 do
begin
Inc(QReadDataBlockCount);
Inc(ClientInfo.QueueTX);
ClientSocket.Connection.Socket.Write(ms, Size);
Sleep(1);
IncSendedBytes(Size);
ClientInfo.SecondsStat.RegBytes(Size);
   TimeoutTimer.Start(TrafficTimeout);              //перезапускаем таймер
Size := ClientInfo.Queue.GetFirstBlock(ms);
end;
  //если соединение завершено, то выходим из цикла
if IsMustClosed(ClientInfo, sDisconnectReason) then break;
  //получаем процент таймера
ClientInfo.TimeoutPercent := TimeoutTimer.PercentDone();
if (TimeoutTimer.IsTimeOut()) then
  begin
AddEvent(ClientInfo,'Traffic timeout');
sDisconnectReason := 'Traffic timeout';
Break;
  end;
  // Ставим искуственную задержку для регулирования скорости передачи данных
Sleep(1);
  // Если в буфере отправки накопилось слишком много пакетов, то начинаем цикл заново
if Assigned(ClientInfo.ReceiverClient) then
  begin
```

```
if ClientInfo.ReceiverClient.Queue.GetSize >= MaxDataQueueSize then
  begin
continue;
end;
end else
begin
AddEvent(ClientInfo,'ClientInfo.ReceiverClient=NIL');
sDisconnectReason := 'ClientInfo.ReceiverClient=NIL';
Break;
end;
  //ожидаем получения данных; если данных нет, то начинаем цикл заново
if ClientSocket.Connection.Socket.InputBuffer.Size = 0 then
  begin
try
CheckForDataWasErr := False;
if not ClientSocket.Connection.Socket.CheckForDataOnSource(5) then
   begin
   continue;
   end;
except
on E: Exception do
begin
CheckForDataWasErr := True;
sDisconnectReason := 'CheckForDataOnSource err: ' + E.Message;
AddEvent(ClientInfo, sDisconnectReason);
  end;
  end;
if CheckForDataWasErr then
Break;
  end;
  // Считываем за 1 раз не более maxSmallint
  Size := ClientSocket.Connection.Socket.InputBuffer.Size;
  if Size > maxSmallint then
  Size := maxSmallint;
if Size = 0 then continue;
ms.Size := 0;
//считываем принятые данные в буфер
ClientSocket.Connection.Socket.ReadStream(ms, Size);
IncReceiveBytes(Size);
ClientInfo.SecondsStat.RegBytes(Size);
TimeoutTimer.Start(TrafficTimeout);
  // Размещаем буфер в очереди на отправку в параллельное соединение
try
   if Assigned(ClientInfo.ReceiverClient) then
```

```
    if Assigned(ClientInfo.ReceiverClient.Queue) then
    begin
ClientInfo.ReceiverClient.Queue.AddDataBlock(ms);
      Inc(QWriteDataBlockCount);
       Inc(ClientInfo.QueueRX);
end;
except
  on E: Exception do
   begin
LogString(Format('ClientInfo.ReceiverClient.Queue.AddDataBlock     ERROR
(id=%d): %s', [ClientSocket.Connection.Tag, E.Message]));
if Assigned(ClientInfo.ReceiverClient) then
  begin
      LogString('ClientInfo.ReceiverClient = ASSIGNED');
if Assigned(ClientInfo.ReceiverClient.Queue) then
LogString('ClientInfo.ReceiverClient.Queue = ASSIGNED');
end;
end;
end;
end; // WHILE TRUE (transit data)
```