

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Шалқар Дәмелі Қонысбайқызы

«ЭКГ көмегімен ІОТ негізіндегі жүрек ақауларын бақылау жүйесі»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

Е.Таштай

«30» 05 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек ақауларын бақылау
жүйесі»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:



Шалқар Д.Қ.

Пікір беруші

Халықаралық IT университеті

Т.Ғ.К. қауымдастырылған профессоры

Илипбаева Л.Б.

«30» 05 2024 ж.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ, Электроника,

телекоммуникация және ғарыштық

технологиялар кафедрасының

аға оқытушысы, PhD

Сейдалиева У.О.

«30» 05 2024 ж.

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 Телекоммуникация

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі
Е. Таштай
« 30 » 2023 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы: Шалқар Дәмелі Қонысбайқызы
Тақырыбы *«ЭКГ көмегімен ІОТ негізіндегі жүрек бақылау жүйесін жобалау»*.

Университет ректорының *«04» желтоқсан 2023 ж. №548-ІІ/Ө* бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«30» сәуір 2024 ж.*

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

ЭКГ көмегімен ІОТ негізіндегі жүрек бақылау жүйесінің негізгі *аппараттық* компоненттері:

1) *ЭКГ сенсоры* жүрек соғу жиілігін өлшеу үшін қолданылады; 2) *Atmega Avr микроконтроллері* ЭКГ сигналын сканерлеу және жалпы/қалыпты диапазондағы үлгіні іздеу үшін пайдаланылады; егер үлгі қалыпты диапазонда болса, ол қалыпты деп есептеледі, егер үлгінің қалыпты диапазонда еместігі анықталса, адам қандай да бір жүрек ауруынан зардап шегеді деп есептеліп, нәтиже 3) *Wi-Fi* модулі арқылы ескерту хабарламасы ретінде ІОТ жүйесіне жіберіледі; Интернет арқылы ІОТ негізіндегі сигнализация бөлігін әзірлеу үшін 4) *IOTGecko* интерфейсі қолданылады.

Бағдарламалық жасақтамасы – 5) *Arduino* компиляторы (бағдарламалау тілі: C).

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- 1) ІоТ негізіндегі Электрокардиограмма (ЭКГ) және жүрек соғу жиілігін бақылау жүйесіне кіріспе.
- 2) ІоТ технологиясының көмегімен жүрек ауруын бақылау жүйелеріне әдеби шолу.
- 3) Ұсынылатын ЭКГ көмегімен ІОТ негізіндегі жүрек бақылау жүйесі: сипаттамасы, негізгі компоненттері, блок-сұлбасы.

4) Эксперименттік бөлім: Ұсынылатын ЭКГ көмегімен ИОТ негізіндегі жүрек бақылау жүйесінің блок-сұлбасы негізінде жоғарыда келтірілген аппараттық жабдықтарды ретімен жалғау және бағдарламалық жасақтаманы іске қосу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

1) Ұсынылатын ЭКГ көмегімен ИОТ негізіндегі жүрек бақылау жүйесінің блок-сұлбасы.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1) Heaney, J.; Buick, J.; Hadi, M.U.; Soin, N. Internet of Things-Based ECG and Vitals Healthcare Monitoring System. *Micromachines* **2022**, *13*, 2153. <https://doi.org/10.3390/mi13122153>;

2) Chhabra, Mehak & Kalsi, Manik. (2017). Real Time ECG monitoring system based on Internet of Things (IoT). *7*. 547-550.

3) A. F. Ghifari and R. S. Perdana, "Minimum System Design of The IoT-Based ECG Monitoring," *2020 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, Bandung, Indonesia, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICISS50791.2020.9307590.

4) A. Rahman, T. Rahman, N. H. Ghani, S. Hossain and J. Uddin, "IoT Based Patient Monitoring System Using ECG Sensor," *2019 International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST)*, Dhaka, Bangladesh, 2019, pp. 378-382, doi: 10.1109/ICREST.2019.8644065.

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
ИОТ негізіндегі Электрокардиограмма (ЭКГ) және жүрек соғу жиілігін бақылау жүйесіне кіріспе.	04.01.2024 - 1.02.2024	<i>Ораидандра</i>
ИОТ технологиясының көмегімен жүрек ауруын бақылау жүйелеріне әдеби шолу.	1.02.2024 - 1.03.2024	<i>Ораидандра</i>
Ұсынылатын ЭКГ көмегімен ИОТ негізіндегі жүрек бақылау жүйесі: сипаттамасы, негізгі	01.03.2024 - 1.04.2024	<i>Ораидандра</i>

компоненттері, блок-сұлбасы.		
Эксперименттік бөлім есебі және жұмысты рәсімдеу	01.04.2024 - 30.05.2024	<i>Орғандар</i>

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Сейдалиева У.О., PhD, ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы	<i>1.03.24ж.</i>	<i>Сейдалиева</i>
Теориялық ақпарат	Сейдалиева У.О., PhD, ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы	<i>25.04.24ж.</i>	<i>Сейдалиева</i>
Норма бақылау	Досбаев Ж.М., PhD, ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы	<i>30.05.2024</i>	<i>Досбаев</i>

Ғылыми жетекшісі

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Сейдалиева Сейдалиева У.О.

Шалқар Шалқар Д.Қ.



Күні «9» желтоқсан 2023 ж.

АНДАТПА

Жүрек-қантамыр аурулары әлем бойынша өлімнің негізгі себептерінің бірі болып табылады. Дер кезінде жүргізілетін диагностика және тиімді бақылау аурудың алдын алу мен емдеудегі маңызды факторлар болып табылады. Дипломдық жұмыстың мақсаты – жүрек қызметін бақылаудың жаңа құралын ұсыну, ол IoT технологиясын қолдана отырып, нақты уақыт режимінде пациенттің жүрек қызметін үздіксіз мониторинг жасауға мүмкіндік береді. ЭКГ мәліметтерін жинау, беру және өңдеу үшін арнайы жабдықтар мен бағдарламалық қамтамасыз ету құралдары қарастырылған. Жоба барысында дамыған экономикалық елдердегі және дамушы елдердегі медициналық мониторингті жетілдіру мүмкіндіктері талданады. Жобаның нәтижелері ғылыми және практикалық маңыздылығын айқындайды, жүрек ауруларын анықтауда және оларды емдеуде жаңа әдістерді қолдануға болатын өзгерістерді көрсетеді.

АННОТАЦИЯ

Сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причин смертности во всем мире. Цель дипломной работы – представить новый инструмент мониторинга сердечной деятельности, позволяющий осуществлять непрерывный мониторинг сердечной деятельности пациента в режиме реального времени с использованием технологии Интернета вещей. Для сбора, передачи и обработки данных ЭКГ предоставляется специальное оборудование и программные средства. В ходе проекта будут проанализированы возможности улучшения медицинского мониторинга в развитых экономических странах и развивающихся странах. Результаты проекта определяют научную и практическую значимость, показывают изменения в выявлении заболеваний сердца и использовании новых методов их лечения.

ANNOTATION

Cardiovascular diseases are one of the main causes of death worldwide. The aim of the thesis is to present a new tool for monitoring heart activity, which allows continuous monitoring of the patient's heart activity in real time using IoT technology. Special equipment and software tools are provided for the collection, transmission and processing of ECG data. During the project, opportunities for improving medical monitoring in developed economic countries and developing countries will be analyzed. The results of the project determine the scientific and practical importance, show changes in the detection of heart diseases and the use of new methods in their treatment.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Медициналық құрылғылардағы технологиялық серпілістер	10
1.1 Медициналық заттардың интернеті (IoMT)	10
1.2 Клиникалық тәжірибедегі денеге тағылатын цифрлық құрылғылар	13
1.3 Телебақылаумен трекердің тиімділігі	17
1.4 Жүрек реабилитациясында заманауи сенсорлық технологияларды интеграциялау	20
2 ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек бақылау жүйесі	23
2.1 Дамушы экономикалардағы медициналық мониторингті жақсарту үшін IoT технологияларын пайдалану	23
2.2 Біріктірілген ЭКГ мониторинг жүйесін әзірлеу және валидациялау	24
2.3 ЭКГ мониторинг жүйесін интеграциялау және оңтайландыру	26
2.4 Екі функционалдығы бар көп функциялы ЭКГ мониторинг жүйесіне сипаттама	28
3 IoT негізіндегі ЭКГ мониторинг жүйесін әзірлеу	34
3.1 IoT жүйелері арқылы жүрек соғу жиілігін қадағалау	34
3.2 ЭКГ арқылы жетілдірілген медициналық мониторинг	35
3.3 ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек бақылау жүйесін жобалауды жүзеге асыру	39
3.4 Жобаның нәтижелері	53
Қортынды	54
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	55

КІРІСПЕ

Қазіргі әлемде жүрек-қантамыр жүйесі ауруларының саны үнемі өсіп келеді, бұл жүрек қызметін бақылау міндетін бұрынғыдан да өзекті етеді. Медицинада заттар интернеті (IoT) технологияларын қолдану медициналық көмектің сапасы мен қолжетімділігін арттырудың жаңа мүмкіндіктерін ашады. Атап айтқанда, электрокардиографияны (ЭКГ) пайдалана отырып, IoT негізіндегі кардиохирургиялық мониторинг жүйесін дамыту пациенттердің жүрек жағдайын қашықтықтан үздіксіз бақылауға мүмкіндік береді, бұл жүрек ауруларын диагностикалау және емдеу тиімділігін арттыруға бағытталған маңызды қадам болып табылады.

Зерттеудің өзектілігі

Жүрек-қантамыр жүйесі аурулары әлемде өлім-жітімнің жетекші себептерінің бірі болып қалуда. Мұндай аурулардың ерте диагностикасы мен алдын алуда жүрек жұмысын тиімді бақылау басты рөл атқарады. Заттар интернеті (IoT) технологияларының дамуымен бақылау және емдеу әдістерін жақсарту үшін жаңа мүмкіндіктер пайда болып, оларды пациенттердің кең ауқымы үшін қол жетімді және ыңғайлы етеді. Медицинаға IoT енгізу денсаулық жағдайын қашықтықтан үздіксіз және дәл бақылауға мүмкіндік береді, бұл әсіресе шалғай немесе халқы аз аймақтарда тұратын созылмалы аурулары бар науқастар үшін маңызды.

ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі кардиохирургиялық мониторинг жүйесін дамыту жүрек ауруынан зардап шегетін адамдар санының өсуіне ғана емес, сонымен қатар қоғамның өмір сүру сапасын жақсартуға деген ұмтылысына байланысты өзекті болып отыр. Мұндай жүйе жүрек жұмысындағы мүмкін болатын бұзылуларға тез жауап беріп қана қоймай, сонымен қатар жекелендірілген медицинаның дамуына үлес қоса отырып, зерттеулер мен талдаулар үшін үлкен көлемдегі деректерді жинауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, мұндай жүйені дамытудың өзектілігі цифрлық технологияларды күнделікті медициналық тәжірибеге біріктіруді қамтитын денсаулық сақтау саласындағы ағымдағы үрдістермен ерекшеленеді. Бұған алынған деректерді өңдеу үшін жасанды интеллект пен машиналық оқытуды пайдалану кіреді, бұл диагноздың дәлдігі мен емдеудің тиімділігін арттырады. Нәтижесінде, ЭКГ-ны пайдалана отырып, IoT негізіндегі кардиологиялық мониторинг жүйесін дамыту халықтың денсаулығы мен әл-ауқатын жақсарту үшін заманауи технологиялық жетістіктерді бейімдеудің маңызды қадамы болып табылады.

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты жүрек қызметінің жоғары сапалы және қол жетімді нақты уақыт режимінде мониторингін қамтамасыз ету үшін электроника, бағдарламалық қамтамасыз ету және коммуникациялық технологиялардағы заманауи жетістіктерді IoT платформасында біріктіретін кардиологиялық мониторинг жүйесін әзірлеу және сынау болып табылады.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер белгіленді:

1. IoT негізінде кардиологиялық мониторинг саласындағы қолданыстағы шешімдер мен технологияларды зерттеу.

2. ЭКГ деректерін жинау, беру және өңдеу үшін құрамдастарды таңдауды қамтитын жүйенің архитектурасы мен дизайнын әзірлеу.

3. ЭКГ мәліметтерін жинау және оларды интернет арқылы жіберу модульдерін бағдарламалау.

4. Жүйені оның функционалдығы мен сенімділігін бағалау үшін сынақтан өткізіңіз.

Жұмыс барысында электронды технология элементтерін, бағдарламалауды және деректерді талдауды біріктіретін кешенді тәсіл пайдаланылады, бұл жүректің жұмысын бақылаудың тиімді және функционалдық толық жүйесін құруға мүмкіндік береді.

Зерттеу объектісі

Бұл дипломдық жұмыстың зерттеу объектісі – заттар интернеті негізіндегі жүрек қызметін бақылау жүйесі. Мұндай жүйе пациенттерден нақты уақыт режимінде электрокардиография (ЭКГ) деректерін жинауға, беруге және талдауға арналған технологиялар мен жабдықтардың жиынтығы болып табылады. Бұл нысан келесі негізгі компоненттерді қамтиды:

1. Пациенттер киегін үздіксіз ЭКГ деректер жинау құрылғылары.

2. Интернет арқылы ЭКГ сигналдарын үзіліссіз жіберуді қамтамасыз ететін мәліметтерді тасымалдау құралдары.

3. Медицина мамандарына пациенттің жүрек жағдайын бақылауға және кез келген өзгерістерге жылдам әрекет етуге мүмкіндік беретін деректерді өңдеу және талдау платформалары.

Зерттеу жұмыс істеп тұрған кардиохирургиялық мониторинг жүйелерінің мүмкіндіктері мен шектеулерін талдауға, сондай-ақ IoT технологияларын медицинада қолдану ерекшеліктерін ескеретін өз шешімімізді әзірлеуге және оңтайландыруға бағытталған.

1 Медициналық құрылғылардағы технологиялық серпілістер

1.1 Медициналық заттардың интернеті (IoMT)

Халықтың қартаюымен және созылмалы және вирустық аурулардың көбеюімен байланысты әлемдік денсаулық сақтау жүйесіне қойылатын қазіргі қиындықтар дәрігерлерді, медицина қызметкерлерін және билік органдарын жоғары сапалы көмек көрсету және жалпы шығындарды азайту үшін жаңа технологияларға назар аударуға мәжбүр етеді.

medtech денсаулық сақтау технологиясы индустриясы пациенттерді бақылау және диагностикалау өнімдерінің кең ауқымын әзірлейді және шығарады және денсаулық сақтау жүйелері үшін пациенттердің жақсы нәтижелеріне қол жеткізуде, шығындарды азайтуда, тиімділікті арттыруда және пациенттердің мүмкіндіктерін кеңейтудің жаңа әдістерін енгізуде маңызды рөл атқарады.

Сымсыз технологиядағы, құрылғыларды кішірейтудегі және есептеу қуатының елеулі жетістіктері медициналық технологиядағы инновацияларды алға тартады, бұл деректерді жасауға, жинауға, талдауға және беруге қабілетті жалғанған медициналық құрылғылардың көбеюіне әкеледі. Деректер құрылғылардың өздерімен бірге медициналық заттардың интернетін (IoMT) жасайды - медициналық құрылғылардың, бағдарламалық қосымшалардың, денсаулық сақтау жүйелері мен қызметтерінің қосылған инфрақұрылымы. IoMT денсаулық сақтаудағы медициналық технологиялардың рөлі мен қарым-қатынасын жылдам өзгертеді. Атап айтқанда, сенсорлар мен құрылғылар арасындағы өзара әрекеттесу денсаулық сақтау ұйымдарына клиникалық операцияларды және жұмыс процесін басқаруды оңтайландыруға және шалғай аймақтардағы науқастарға күтім көрсетуді жақсартуға мүмкіндік береді [1].

Заттар интернеті жаңа нәрсе емес; ол соңғы уақытта энергетика, көлік және денсаулық сақтау сияқты салаларда өзекті бола бастады.

Дүние жүзінде IoT қосылған құрылғылардың жалпы орнатылған базасы 2025 жылға қарай 30,9 миллиард бірлікті құрайды, бұл 2021 жылы күтілетін 13,8 миллиард бірліктен айтарлықтай жоғары [2].

Statista зерттеуі 2025 жылға қарай дүние жүзінде 200 миллионға жуық медициналық IoT құрылғылары орнатылатынын көрсетеді [3].

Бұл технология әсіресе қашықтан клиникалық бақылауда, созылмалы ауруларды басқаруда, профилактикалық көмекте, қарттарды күтуде және жеке фитнес мониторингінде өзекті болып табылады. Заттар интернеті шығындарды азайту, тиімділікті арттыру және пациенттерге қызмет көрсету сапасын жақсарту арқылы денсаулық сақтаудағы ойынды өзгертеді.

Интернет заттарына қосылған құрылғылар әртүрлі пішімдерде болуы мүмкін. Датчиктердің әртүрлілігі олар жауап беретін тітіркендіргіштердің сипатына (физиологиялық өмірлік белгілер), сондай-ақ олардың денеде орналасуына (киім, тері астындағы имплант, киілетін құрылғылар) байланысты болуы мүмкін. Бұл құрылғылар смартфондарға, компьютерлерге немесе басқа

сымсыз құрылғыларға нақты уақыт режимінде ақпаратты жіберу мүмкіндігіне ие. Сенсорлар емделушілерге физиологиялық параметрлерді өзін-өзі бақылауға, бақылауға және бағалауға мүмкіндік береді, сонымен қатар күтушілерге интерфейстер мен бақылау мүмкіндіктерін береді. IoMT диагностика мен емдеудің жылдамдығы мен дәлдігін, сондай-ақ нақты уақыттағы денсаулық мониторингін жақсарту үшін цифрлық және физикалық әлемдерді байланыстырады. Ол сонымен қатар клиникалық, ақпараттық және операциялық процестерді оңтайландыру арқылы денсаулық сақтау ұйымдарының операциялық өнімділігі мен тиімділігін арттырады. IoMT денсаулық нәтижелерін жақсарту үшін адамдарды (пациенттер, күтім көрсетушілер және клиникалар), деректерді (науқас немесе мекеме өнімділігі), процестерді (көмек көрсету және пациентке қолдау көрсету) және құралдарды (қосылған денсаулық сақтау құрылғылары мен мобильді қолданбалар) байланыстырады [1].

Заттар интернеті денсаулық сақтау саласын өзгерту үшін айтарлықтай әлеуетке ие. Бұл сандық технологияның пайда болуы диагностиканың жетілдірілген және жекелендірілген терапиялық құралдарға өсіп келе жатқан қажеттілігін қанағаттандыру үшін шешімдерді қамтамасыз етті. Интернет заттары денсаулық сақтау саласындағы бизнес үлгісін өзгертеді, пациенттер мен қызмет көрсетушілер келесі артықшылықтарға ие болады [1, 4].

Қосылған денсаулық сақтау шешімдерінің артықшылығы денсаулық сақтау провайдерлеріне сенсорлар арқылы жан-жақты ақпаратты жинау, жазу және талдау арқылы пациенттерді нақты уақытта бақылауға мүмкіндік береді. Бұл, атап айтқанда, физиологиялық күйі тұрақты бақылауды қажет ететін, IoT арқылы бақыланатын инвазивті емес мониторингті қолдану арқылы бақылауға болатын пациенттер. Осылайша, IoT бір мезгілде үздіксіз мониторинг арқылы медициналық көмектің сапасын жақсартады және пациенттің өмірлік көрсеткіштерін жүйелі түрде тексерген кезде адамның деректер жинауға белсенді қатысу қажеттілігін жою арқылы медициналық көмектің құнын төмендетеді.

IoT медицина мамандарына негізделген шешімдер қабылдауға және тиімді, дәлелді емдеуді ұсынуға мүмкіндік беретін нақты уақыттағы ақпаратқа қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Науқастарды жіті бақылауда және күтушілер нақты уақыттағы деректерге қол жеткізгенде, ауыр асқынулардың алдын алуға, профилактикалық көмек көрсетуге, ерте диагностика жүргізуге және тағайындалған терапияның тиімділігін бақылауға болады.

Денсаулық сақтау инфрақұрылымына қол жеткізу және тиімді шалғай аймақтарда тұратын халықтар үшін емдеу қиын болуы мүмкін. Сымсыз шешімдер мен IoT денсаулық мониторингін ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Шешімдерді денсаулық туралы деректерді қауіпсіз жинау және тиісті ұсыныстарды беретін денсаулық сақтау мамандарына беру үшін пайдалануға болады.

Денсаулық сақтауда IoT қолдану пациенттер мен олардың қажеттіліктеріне назар аударуды арттырады. Науқастар қажет болған жағдайда дәрігерге хабарласып, өз денсаулығын бақылай алады. Бұл дәрігер мен пациент арасындағы қарым-қатынастың жаңа түріне әкеледі, бұл жағдайда соңғысы профилактиканы, емдеуді ұйымдастыруда, диагноздың дәлдігін арттыруда және дәрігерлердің уақтылы араласуын жеңілдетуде серіктес болады.

Фармацевтикалық өнімді әзірлеу және басқару процестері дәстүрлі түрде денсаулық сақтау саласындағы елеулі шығындармен байланысты болды.

Forbes мәліметтері бойынша, бекітілген препаратты әзірлеудің орташа құны 4 миллиард долларға дейін жетеді [5].

IoT инфрақұрылымы дәрі-дәрмек жеткізу тізбегіне байланысты шығындарды жақсырақ басқару үшін пайдалы болуы мүмкін. Атап айтқанда, RFID технологиясы түпнұсқалықты растауға, шығу тегі, өндірісі, дозасы, орауыш суреті, жарамдылық мерзімі және партия нөмірі туралы ақпаратты ашуға мүмкіндік береді.

Заттар интернеті көптеген мүмкіндіктерге жол ашады, сонымен қатар оны пайдалану кезінде шешуді қажет ететін мәселелерді анықтайды.

Медициналық құрылғылар мен қолданбалар жеке денсаулық деректері, соның ішінде генетикалық ақпарат сияқты маңызды жеке ақпаратпен жұмыс істейді деп күтілуде. Жиналған денсаулық деректерін рұқсатсыз кіруден қорғау өте маңызды. Ақпараттық қауіпсіздік, құпиялылық және деректерді қорғау мәселелері сенсорлар мен құрылғыларды жасау кезінде жобалау кезеңінде жүйелі түрде шешілуі керек.

Денсаулыққа қатысты қолданбалар мен құрылғылар адамдардың денсаулығын бақылау үшін пайдалануға болатын деректердің үлкен көлемін жасайды. Дегенмен, медициналық құрылғылар мен медициналық гаджеттер арасындағы шекара бұлыңғыр болып барады. Киілетін технологияның сенімділігі әрдайым дәлелденбейді, әсіресе фитнес және сауықтыру кеңістігінде.

Көбірек қосылған құрылғылар көбірек деректерді білдіреді және пациенттердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін медицина мамандары бұл құрылғылардың қауіпсіз және дұрыс пайдаланылмауын, деректердің қорғалғанын және қателердің дұрыс өңделуін қамтамасыз етуі керек.

Денсаулық сақтау саласындағы Бірыңғай мемлекеттік ақпараттық жүйе (Бірыңғай мемлекеттік денсаулық сақтау ақпараттық жүйесі) негізінде денсаулық сақтауда бірыңғай цифрлық схеманы құру және электрондық медициналық құжаттарды енгізу «байланысты пациент» тұжырымдамасының пайда болуымен байланысты, ол науқастың жағдайын бақылау және денеге тағылатын және кіріктірілген интеллектуалды құрылғылар мен телемедицинаны қолдану арқылы кейбір медициналық қызметтерді көрсету үшін [1].

Цифрлық технологияларды қолдану кардиохирургиялық оңалтуды жалпы денсаулық сақтау жүйесіне біріктіру процесін айтарлықтай жылдамдатады және ол көрсетілген пациенттердің ең көп санына сапалы медициналық

көмекке қол жеткізуге мүмкіндік береді. 2019-2024 жылдарға арналған «Денсаулық сақтау» ұлттық жобасы аясындағы «Жүрек-қан тамырлары ауруларымен күрес» жобасының негізгі міндеттерінің бірі. 2021 жылға қарай екі және үш кезеңді оңалту моделіне 40%, 2024 жылға қарай миокард инфарктісі (МИ) және кардиохирургиямен ауыратын науқастардың 70% және енгізілгендердің оңалту бағдарламасында [2] 50% ақпараттық технологиялар мен телебақылауды қолдану болып табылады.

Клиникалық тәжірибеде цифрлық технологиялар мен құрылғыларды қолдану пациенттерге ұзақ мерзімді және қажет болған жағдайда үздіксіз қашықтықтан қолдау көрсетуге мүмкіндік береді, бұл әсіресе оңалту бағдарламаларының қолжетімділігі, сапасы және қауіпсіздігі сияқты практикалық мәселелерді шешу мүмкіндігімен кардиологиялық оңалту үшін маңызды.

Тағатын цифрлық құрылғыларға сұраныс. Сарапшылардың пікірінше 2019 жылы цифрлық медицина нарығының көлемі 2024 жылға қарай 2 еседен астам өседі деп күтілуде. Цифрлық медицинаға деген қажеттілік 116 миллиард долларға дейін өседі, және тағы бір фактор: денеге тағылатын цифрлық құрылғылар үшін медициналық қызметтер нарығы - 2026 жылға қарай олардың шамамен 5 миллиарды әлемде сатылатын болады [3]. Дегенмен, кардиохирургиялық науқастарға арналған сандық технологиялардың өсіп келе жатқан әртүрлілігімен оңтайлы цифрлық құрылғыны таңдау өте маңызды, бұл көбінесе кардиологиялық науқастарда тағайындалған оңалту міндеттерін сәтті шешуді анықтайды.

Денеге тағылатын цифрлық құрылғылар танымалдылығы соншалық, іздеу жүйелерінде денеге тағылатын электроника мен денсаулықты бақылауға қатысты көптеген сұраулар, Google Trends аналитикалық қызметінің мәліметтері бойынша, өте танымал тақырыптар ретінде жіктеледі немесе соңғы уақытта танымалдылық өсімінің өте жоғары пайызы бар.

1.2 Клиникалық тәжірибедегі денеге тағылатын цифрлық құрылғылар

Денеге тағылатын цифрлық құрылғылар жүрек-қан тамыр және тыныс алу жүйелерінің көрсеткіштерін бақылау үшін клиникалық тәжірибеде көбірек қолданылады, олар метаболикалық және эндокриндік бұзылуларды, психикалық бұзылуларды бақылауда, сондай-ақ сомнологияда, егде жастағы науқастарды бақылауда және басқа да көптеген салаларда қолданылады [6, 7].

Соңғы жылдары кардиологияда және кардиологиялық реабилитацияда телемедицина технологияларын қолданудың дәлелдемелік базасы белсенді түрде кеңейтілді, әртүрлі оңалту бағдарламаларындағы науқастарды телебақылау көрсеткіштері дәлелденді [8]. 2017 халықаралық Холтер және инвазивті емес электрокардиология/жүрек ырғағы қоғамында (ISHNE/HRS) амбулаторлық электрокардиограмма (ЭКГ) мониторингі және сыртқы

кардиологиялық мониторинг/телеметрия бойынша сарапшылық консенсус мәлімдемесі және халықаралық Холтер және инвазивті емес электрокардиология қоғамында/Телеметрия Ритм/Еуропалық жүрек ырғағы қауымдастығы/Asia-Pacific Heart Rhythm Society жүрек-қан тамыр аурулары (ЖҚА) бар науқастарды қашықтан бақылаудың мүмкіндіктері мен әдістері туралы қазіргі идеяларды жинақтады.

Қазіргі уақытта нақты клиникалық тәжірибеде өзін-өзі бақылауға және бірқатар көрсеткіштерді амбулаторлық бақылауға арналған аппараттық-бағдарламалық жүйелер мен қосымшалар белгілі. Бұл көрсеткіштерге артериалдық қан қысымы (АҚ), ЭКГ және жүрек соғу жиілігі [9], қанның оттегімен қанығуы (SpO_2), дене салмағы, диурез, зертханалық көрсеткіштер (қандағы глюкоза концентрациясы, халықаралық нормаланған қатынас, биохимиялық және клиникалық қан анализі), емделушінің емделуді сақтауын бақылау («ақылды таблетка»). Сонымен қатар, бір уақытта бірнеше түрлі көрсеткіштерді қашықтан динамикалық бақылауға мүмкіндік беретін заманауи мультимодальды телебақылау жүйелері бар [16].

Тағатын электроника пациенттердің профилактикалық және оңалту бағдарламаларына қатысты қанағаттанушылығын арттыруға ықпал етеді [19, 20]. Дегенмен, алдыңғы қатарлы цифрлық технологиялар денсаулық сақтаудың да, пациенттердің де бар шындықтарымен әлі де біріктірілмейді.

Жүрек реабилитациясындағы денеге тағылатын цифрлық құрылғылар

Жүрек реабилитациясы жүрек-қан тамырлары аурулары бар науқастарда нәтижелер мен емдеу нәтижелерін айтарлықтай жақсарта алады [21]. Қазіргі уақытта үйдегі кардиохирургиялық және телереабилитация мүмкіндіктерін кеңейтетін телемедицина мен мобильді технологияларды қоса алғанда, жаңа технологияларда қарқынды прогресс байқалады. Жүрек соғу жиілігін (ЖСЖ), қан қысымын, тыныс алу параметрлерін, ЭКГ, физикалық белсенділікті және басқа физиологиялық көрсеткіштерді тіркеуге арналған әртүрлі электронды құрылғыларды қолдану арқылы телереабилитация әдеттегі амбулаториялық кардиологиялық оңалтуға балама бола алады [22].

2000 жылдың 1 қаңтары мен 2020 жылдың 31 желтоқсаны аралығындағы 38 рандомизацияланған клиникалық зерттеулердің – жүрек-қан тамырлары аурулары (іздеу деректер базасы MEDLINE, Embase, Cochrane орталық бақыланатын сынақтар тізілімі және PsycINFO) жүйелі шолу және мета-талдау тағуға болатын белсенділікті пайдалануды көрсетті. Трекерлер (акселерометрлер, фитнес) трекерлер мен педометрлер) медициналық мамандармен кеңесумен бірге кардиометаболикалық өзгерістері бар науқастарда 15 апталық бақылауда сақталатын физикалық белсенділік деңгейін айтарлықтай жақсартуға ықпал етеді.

М.Варнфилд және т.б. орындаған денеге тағылатын құрылғылар және мобильді технологияларды қосымша қолдану арқылы үйде оңалтудың тиімділігін бағалайтын бақыланатын (кез-келген бақыланатын сынақ) медициналық ұсыныстарды қабылдаудың жақсарғанын, терапияны ұстануды

және пациенттер санының артқанын көрсетті. МИ-ден кейін үйде оңалтуды жалғастыру.

Жүрек реабилитациясында денеге тағылатын электрониканы қолдану жүректің гемодинамикалық параметрлері мен электрлік белсенділігін бақылау мақсатында ғана емес, сонымен қатар пациенттердің физикалық белсенділігін бақылау үшін де өзекті болып көрінеді. Кардиологиялық оңалту бағдарламаларының құрылымында бұл әсіресе егде жастағы адамдардың және қатар жүретін аурулары бар науқастардың жағдайын бақылау кезінде маңызды.

Көптеген заманауи денеге тағылатын құрылғылар бақылайтын кардиологиялық оңалту бағдарламаларындағы өте маңызды параметрлер адамның белсенділігінің деңгейі, оның стресске ұшырауы, базальды метаболизм жылдамдығы, сәйкес аэробты және анаэробты белсенділіктің белгілі бір аймақтарында жүрек соғу жиілігін бақылау, жүрек соғу жылдамдығын бағалау болып шықты. оттегінің максималды көлемі (VO_{2max}), бұл аэробты дене шынықтырудың көрсеткіші және тағы басқалар.

Жүрекшелік аритмиялар мен синусты тахикардия ұстамаларының, соның ішінде жүрекшелер фибрилляциясының (ЖФ) және аритмиялардың субклиникалық формаларының пайда болуын бақылау мүмкіндігі смарт сағаттар мен жүрек соғу жиілігін бақылау құралдарының көмегімен пайдалы екендігі дәлелденді.

Жүрек ауруымен ауыратын науқастарда ілеспелі патологияның жиілігін ескере отырып, жүрек реабилитациясында SpO_2 қанығу көрсеткіштерін бақылау қажеттілігі арта түсті.

Осы мақсаттар үшін фотоплетизмографтар белсенді түрде қолданылады, көбінесе смарт сағаттарға біріктіріледі және жеке білезіктер ретінде сирек қолданылады.

Қазіргі уақытта ең өзекті мәселелердің бірі – кардиохирургиялық науқастарда қант диабетімен сырқаттанушылықтың артуы және мұндай науқастар үшін кардиологиялық оңалту процесінде тек қолжетімділік ғана емес, сонымен қатар жүйелі күтім өте маңызды және бұл қолдану арқылы мүмкін болады. Bluetooth қолдауы бар глюкометрлердің. Адекватты гликемиялық бақылау ЖФ даму қаупін және аритмияның қайталану жиілігін төмендетуі мүмкін екені белгілі.

Қант диабетінен басқа, кардиологиялық науқастарда жиі кездесетін мәселелердің бірі цереброваскулярлық патология болып табылады, ол үшін денеге тағылатын цифрлық құрылғылар қолдану да өзекті болып табылады [14].

Жүрек соғу жиілігін, тыныс алуды және басқа физиологиялық параметрлерді өлшеуге арналған жеке сенсорлар мен мобильді қосымшалар қазір қол жетімді және пайдалану оңай, сондықтан көптеген клиникалық жағдайларда кардиохирургиялық науқастар үшін қолайлы, оның ішінде, әрине, кардиологиялық реабилитация. Жүрек реабилитациясында электрондық денсаулық сақтаудың бірнеше бағыттарының үйлесімі.

Басқа заманауи цифрлық технологиялармен, атап айтқанда, телемедициналық мониторингпен үйлестіре отырып, жеке денеге тағылатын құрылғылар бөлісудің жоғары тиімділігін көрсететін дәлелдер бар. 2016 жылы барлық негізгі халықаралық жүрек қауымдастығы оңалту шараларының қолжетімділігін, сақталуын және тиімділігін арттыру үшін кардиологиялық реабилитацияны қайта құру қажеттігін мәлімдеді [15]. eHealth (мысалы, телекоммуникациялар мен сенсорлар, интерактивті компьютерлік бағдарламалар және смартфон қолданбалары арқылы қашықтан телебақылау) қазір кардиологиялық оңалтуда клиникалық көмек көрсетудің мүлдем жаңа нұсқаларын ұсынады. Жедел коронарлық синдром эпизодынан кем дегенде 42 күн өткен соң тері арқылы коронарлық араласу немесе коронарлық артерия шунттау операциясы жасалған пациенттерді қамтитын 18 апталық перспективалық кез-келген бақыланатын сынақ үйде оңалту кезінде трекерлер мен телебақылау дене белсенділігіне төзімділікті арттырудың тиімді әдісі екенін көрсетті. және қайта ауруханаға жатқызу жиілігін азайту. Дене белсенділігін телебақылау бағдарламасы пациенттің белсенділігін айтарлықтай арттырады, оның өмір сүру сапасын жақсартады және ЖҚА қауіп факторларының әсерін жақсырақ азайтады. Осы зерттеудегі Каплан-Майер қисық сызығын талдау қашықтан бақылау тобында қайта қабылдаудың азаю үрдісін көрсетті ($p=0,09$) [16]. Қытайдағы болжамды жүрек-қан тамырлары аурулары нәтижелері Боргтың шаршау көрсеткіштері мен жүрек соғу жиілігі мен қан қысымын қашықтан бақылау тобындағы емделушілерде қашықтан бақылаусыз бақылау тобындағы емделушілерге қарағанда жаттығулар қабілетінің жақсарғанын көрсетті. Қашықтықтан бақылау тобындағы науқастардың дене шынықтыру жаттығуларының жиілігі аптасына $5,1\pm 0,6$ рет, әр жолы $31,4\pm 4,5$ минутты құрады. Бақылау кезінде жаттығуларды орындаған телебақылау тобындағы пациенттердің үлесі 93,8% құрады, бұл әдеттегі бақылау тобына қарағанда айтарлықтай жоғары (77,1%; $p=0,021$). Жаттығу кезінде мақсатты жүрек соғу жиілігіне жету ұзақтығы жалпы жаттығу уақытының $94,2\pm 6,4\%$ құрады. Сонымен қатар, телебақылау тобына қатысушылардың 91,7%-ы кері байланыстың мазмұны мен жиілігіне қанағаттанған [17].

Оңалту үдерісіндегі ерекше топты жүрек-қан тамыр жүйесі асқынулары бар, жүрек-қан тамырлық реабилитация процесін қиындататын және науқастың жағдайын міндетті түрде ұзақ мерзімді бақылауды талап ететін кардиологиялық науқастар құрайды. Жүрек жеткіліксіздігі (ЖЖ) бар кардиохирургиялық науқастарда гемодинамикалық параметрлерді бақылау және ұзақ мерзімді ТҚ көмегімен параметрлерді ұзақ мерзімді телебақылау қысқа мерзімді де, ұзақ мерзімді де ауруханаға жатқызу жиілігін төмендететіні дәлелденген. Қан қысымы параметрлерінің үздіксіз мониторингі пациенттердің жүрек-қан тамырлық қауіп профилін жақсартады, ал АҚ скринингі мен ЖФ анықтау инсульт қауіпін және ЖФ байланысты басқа асқынулардың қауіпін азайту үшін уақтылы ерте араласуды қамтамасыз етеді.

Массачусетс ауруханаларының бірінде (АҚШ) амбулаториялық негізде науқастарды телемедициналық сүйемелдеу арқылы орталық бақылау блогын пайдалана отырып, жүрек қызметінің көрсеткіштерін қашықтан бақылау бағдарламалары кардиохирургиялық науқастардың ауруханаға жатқызу жиілігі мен өлім-жітімінің айтарлықтай төмендеуін тіркеуге мүмкіндік берді. денеге тағылатын құрылғылар. Созылмалы жүрек жеткіліксіздігі (денеге тағылатын цифрлық құрылғылар) бар кардиохирургиялық науқастарды бақылаудың амбулаториялық сатысында бір реттік көпсенсорлық кеуде оқиғасын тіркеуші арқылы LINK-HF зерттеуінің алдын ала нәтижелері жүрек соғу жиілігін, тыныс алу жиілігін және басқа көрсеткіштерді есепке алу құрылғысын киюді анықтауға мүмкіндік беретінін көрсетті. клиникалық белгілердің дамуына дейін денеге тағылатын цифрлық құрылғылар декомпенсациясының алдын ала белгілері, бұл анықталған бұзылуларды уақтылы амбулаторлық түзету есебінен ауруханаға жатқызу санының төмендеуіне ықпал етті (әдістің сезімталдығы 76-дан 88% -ға дейін, спецификалық - 85%). Әлбетте, цифрлық цифрлық құрылғыларды жаппай қолдану үшін сәйкес техникалық шешімдер (серверлер, түйіндердің қауіпсіздік жүйелері, ақауларға төзімділік), пациенттерді қосу логистикасының шешімдері, пациенттер үшін цифрлық құрылғылардың болуы және тағы басқалар қажет. Мұндай жағдайларда ең танымал нұсқа - мобильді телефонияны пайдалану Еуропалық кардиология қоғамының қолдауымен және қаржыландыруымен ұялы телефонның көмегімен жүрек ырғағының бұзылуын және АФ-ны анықтай алатын және тиімділік пен пациенттің жоғары деңгейін көрсеткен бағдарламалар әзірленді. жүрек реабилитациясында қолайлы болуы мүмкін қанағаттану.

Э.Скобель және т.б. Жүрек және өкпені оңалту орталығынан (Германия) үйде оңалту шеңберінде (III фаза) жүректің ишемиялық ауруы бар науқастарда жеткілікті мөлшерде қамтамасыз ету үшін электронды тоқыма (e-textile) деп аталатын жаңа технологиялық тәсілдер қолданылды. жеке дене шынықтыру жаттығуларын орындау кезіндегі қауіпсіздікті бақылау. Науқастар сымсыз датчиктері орнатылған арнайы көйлек киіп, жаттығу кезінде олардың ЭКГ, жүрек соғу жиілігі, тыныс алу жиілігі, SpO_2 , тер, дене температурасы және физикалық белсенділік бақыланды. Алынған ақпарат нақты уақыт режимінде мобильді құрылғыға жіберілді, ол осы параметрлерді өңдеді және дәрігерлер мен пациентті пациенттің жағдайы туралы хабардар етті, бұл кардиологиялық оңалту кезінде мамандар мен пациенттерге қолдау көрсетті.

1.3 Телебақылаумен трекердің тиімділігі

Авторлар пациенттің жүректі оңалтудың III фазасына қатысуы төмен болып қала беретінін атап өтті, бірақ ұстамдылықты үйде бақыланатын кардиологиялық оңалту және жаңа технологиялық тәсілдер, соның ішінде бірнеше маңызды көрсеткіштерді бір уақытта жазуға мүмкіндік беретін электронды тоқыма бұйымдары арқылы жақсартуға болады.

Сондықтан жеке физикалық оңалту бағдарламаларының қауіпсіздігіне жеткілікті бақылауды қамтамасыз ету үшін жаңа технологиялық тәсілдерді көбірек пайдалану қажет [18]. Ресейде жедел МИ-мен ауыратын және жүрек жеткіліксіздігі бар науқастарда кардиологиялық реабилитацияның бөлігі ретінде жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, мобильді қосымшаларға негізделген жеке ЭКГ, жүрек соғу жиілігін тіркеушілер және қашықтан бақылау жүйесі амбулаториялық-емханалық көмектің қосалқы үлгісі ретінде қолданылуы мүмкін. жүрек-қан тамыр ауруларының қаупі жоғары кардиологиялық науқастарды оңалтудың үшінші кезеңі. Амбулаториялық кардиологиялық оңалту процесінде денсаулықты қалпына келтіру және нығайтудың жаңа технологияларын қолдану мен дамытудың кешенді ықпал ететін факторы пациенттердің өзін-өзі күту процесіне тарту арқылы мотивациясын арттыру және дәрігер мен дәрігердің жұмыс сапасын жақсарту болып табылады. сандық және мобильді денсаулық құралдарын пайдаланған кезде пациент [19].

Осы мәселелерді шешуге орталықтандырылған тәсілмен мониторинг пен пациенттерге күтім жасауды жүзеге асыру халық деңгейінде кардиологиялық оңалту бағдарламаларының сапасын арттырудың өте тиімді жолы бола алады. Технологиялар мен пайдаланушыларды ескере отырып, цифрлық басқару жүйелерін қолданумен қанағаттану

Смарт технологияларды пайдаланатын пациенттер жүрек реабилитациясына қанағаттануының жоғары көрсеткіштерін көрсеткенімен, бірқатар қиындықтар да бар. Солардың бірі – қолданылатын технологиялардың тиімділігін бағалау критерийлері мен оларды енгізу әдістерінің жеткіліксіз әзірленуі [20].

Нарықта мыңдаған электрондық денсаулық сақтау қосымшалары мен құралдары бар болса да, олардың аз ғана бөлігі медициналық қызметкерлердің тиісті бақылауымен сынақтан өтті. Бұл өте маңызды, өйткені денсаулық сақтау саласындағы жаңа емдеу әдістері мен технологияларына инвестициялар дәлелді болуы керек.

Бір ғажабы, бүгінгі күні мұндай технологиялар әрқашан қол жетімді емес, өйткені көптеген мекемелерде мұндай көмек көрсету мүмкіндігі жоқ және тиісті техникалық қолдау жоқ, бұл орталықтандырылған мониторинг жүйелерін құру туралы логикалық сұрақ тудырады. Екінші жағынан, сымсыз деректер желілерінің жеткіліксіз мүмкіндіктері және GPS желілерінің толық дамымаған инфрақұрылымы пациенттер деректерін бақылаудың орталықтандырылған жүйелерін кеңінен енгізуге мүмкіндік бермейді.

Өкінішке орай, пациенттердің кардиохирургиялық реабилитация бағдарламаларында денеге тағылатын цифрлық құрылғылар қолдануына қанағаттануы әдебиетте жеткілікті түрде талданбаған. С.Спрогис және т.б. жүргізген жүйелі шолу нәтижелері бойынша іріктеу критерийлеріне сәйкес келген 427 жарияланымның ішінде тек 2 зерттеу пациенттердің денеге тағылатын құрылғылар қолдануымен қанағаттануын зерттеді [21].

Кейбір РТЖ жүрек реабилитациясын қажет ететін науқастарды қашықтан бақылаудың клиникалық және экономикалық тиімділігін растап қана қоймай, сонымен қатар денеге тағылатын электрониканы пайдаланатын науқастардың қанағаттануының жоғары деңгейін анықтағанын көрсететін зерттеулер бар. Бұл кейбір ұйымдарға, атап айтқанда Американдық кардиология колледжіне әртүрлі ЖҚА үшін орталық жүйке жүйесінің цифрлық навигациясын қолдау желісін тәжірибелік жұмысқа енгізуге мүмкіндік берді.

Американың жүрек жеткіліксіздігі қоғамының өкілі болып табылатын авторлар киюге болатын технология перспективалы шешім болып көрінеді және жеке пациенттер үшін өте пайдалы деген қорытындыға келді. Дегенмен, қазіргі уақытта мұндай шешімдердің күнделікті медициналық көмектегі тиімділігі және мұндай құрылғылардың экономикалық тиімділігі толық дәлелденген жоқ [22]. Екінші жағынан, пациенттердің денеге тағылатын цифрлық құрылғылар қолдануына байланысты тиімділігі мен қанағаттанушылығының жеткіліксіз зерттелуіне қарамастан, бұл құрылғыларды жасаушылар мәселені түсінудің өзіндік тәсілдерін қалыптастырды. Осылайша, денеге тағылатын электрониканың интеграциясын жақсарту үшін гаджеттерді және бағдарламалық өнімдердің әртүрлі түрлерін әзірлеушілер әдетте «орындау» терминін пайдаланады - персонализация (немесе жүзеге асыру). Бұл тұжырымдама адамның денеге тағылатын құрылғылар мен бағдарламаларды өзінің бір бөлігі ретінде, кем дегенде когнитивтік, дене және жеке аспектілерде қабылдау қабілетін білдіреді. Ал бұл персонализацияның деңгейі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым сенімділік, қабылданатын пайдалылық, қатысу, көзқарас пен құрылғыларды үздіксіз пайдалану ниеті жоғары болады. Бұл тәсілдің тағы бір аспектісі пациенттердің денеге тағылатын цифрлық құрылғылар немесе қосымшаларды қолдану ниеттерін ынталандыру және қалыптастыру болып табылады, бұл кейбір авторлардың пікірінше, денсаулық жағдайын жақсарту немесе аурулардың алдын алу үшін [64] және пациенттердің осы ережелерді ұстануын арттыру үшін басым мақсатқа айналуы керек. Денеге тағылатын цифрлық құрылғылар пайдалану үшін оң пайдаланушы тәжірибесін құру, сәйкес сенімдерді қалыптастыру және әлеуметтік тенденцияларды қолдау қажет.

Іске асыру тұжырымдамасын жүзеге асыру көп жағдайда сандық басқару блогының пайдаланушының қанағаттануын туғызу үшін жеткілікті деңгейде жұмыс істеу мүмкіндігін қамтамасыз ететін техникалық шешімдерге байланысты. Олар сенсорлардың жұмысына, осы сенсорлардан келетін мәліметтерді өңдеуге арналған бағдарламаларға, деректерді беру, талдау және өңдеу құралдарына негізделген. Бұл құрылғыларды бір жұмыс желіге біріктірудің заманауи үрдістері заттар интернеті технологияларын, жасанды интеллектті оқытуға арналған деректерді белгілеуді және машиналық оқыту технологияларын қамтиды.

1.4 Жүрек реабилитациясында заманауи сенсорлық технологияларды интеграциялау

Барлық осы технологиялар өте белсенді түрде жетілдірілуде. Заманауи сенсорлар пациенттің жүрек қызметін сипаттайтын бірқатар өте маңызды көрсеткіштерді жазуға мүмкіндік береді, соның ішінде ЭКГ, жүрек соғу жиілігі, қан қысымы, тыныс алу жиілігі, SpO_2 , қандағы глюкоза концентрациясы, терлеу қарқындылығы, капнография, дене температурасы мен физикалық белсенділікті бағалау, импланттардың жұмысын және қоршаған орта параметрлерін бақылау [22].

Ағзалар мен жүйелер қызметінің әртүрлі параметрлерін бағалауға мүмкіндік беретін сенсорлар мен бағдарламалық қамтамасыз ету әртүрлі типтегі цифрлық басқару блоктары ретінде жүзеге асырылуы мүмкін. Оларға смарт сағаттар, электронды тоқыма және басқа да құрылғылар кіреді.

Бұл құрылғылардың мүмкіндіктері бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін және олардың бірегей пайдаланушы тәжірибесін жасай алады, бұл сайып келгенде, адамдардың осы технологияларды пайдалануына қанағаттану деңгейін анықтайды. Бүгінгі таңда ақылды сағаттар әсіресе танымал, олар бірте-бірте кең тұтынушылық сұранысқа арналған гаджет қана емес, кейбір жағдайларда медициналық құрылғыға да айналады.

Осылайша, Массачусетс медициналық қоғамының қамқорлығымен жүргізілген зерттеуге сәйкес, смарт сағаттарды пайдалану ЖФ қатысты жақсы болжамдық мәнге ие. Қатысушылар (бұрын ЖФ болмаған) ақылды сағатты пайдаланған айтарлықтай үлкен экспериментте, егер жүрек соғу жиілігінде тиісті өзгерістер туралы сигнал болса (тұрақты емес импульсті қоса), телемедицина кеңесі тағайындалды және дәлірек анықтау үшін электрокардиографиялық патч жіберілді. оқу. Тексерілгендердің 84% -ында смарт-сағат пен ЭКГ деректерінен алынған деректер сәйкес келетіні және фибрилляция расталғаны анықталды. Әрине, мұндай нәтижелер пациенттердің қанағаттанушылығы мен ұстануының жоғары деңгейімен байланысты.

Дегенмен, осы уақытқа дейін смарт сағаттар импульстік толқындарды талдауға бағытталған, бұл олардың ақпараттылығы мен жүрек реабилитациясындағы болжамдық мәнін айтарлықтай шектеді. ЭКГ ырғақ жолақтарын жаза алатын және АФ өзін-өзі диагностикалауға көмектесетін сағаттардың пайда болуымен бұл жағдай өзгере бастады. Мұндай гаджеттердің болжамдық мәні туралы клиникалық зерттеулерден алынған деректер әлі алынбағанымен, бұл тәсіл перспективалы бағыт болып көрінетіні және оны пациенттерде қолданудан жоғары ұстануды күтуге болатыны анық. Дегенмен, барлық технологиялар әлі жазылған ЭКГ сигналдарының сапасына сенімді қамтамасыз ете бермейді, сондықтан жүректің электрлік белсенділігін бақылау үшін жүрек ырғағын бақылау және талдау үшін жиі қолданылатын денеге тағылатын ЭКГ мониторлары смарт сағаттарға қарағанда көбірек қолайлы болып қалады. Сонымен қатар, бұл технологиялардың дәлдігі, тасымалдануы және ыңғайлы қолданылуы, сондай-ақ олардың электрондық денсаулық

сақтауда қолданылатын басқа НУ-мен үйлесімділігі мәселелері талқылануда, бұл түпкілікті пайдаланушының қанағаттанушылығына және кардиологиялық оңалту бағдарламаларының тиімділігіне әсер етеді. Науқастың кардиохирургиялық оңалтуда электрондық денсаулық сақтау бағдарламаларына сәйкестігі мен қанағаттанушылығын дамытудағы маңызды аспект технологиялардың үйлесімділігі болып табылады [24].

Қазіргі уақытта күнделікті өмірді «медицинациялау» пациенттердің қанағаттануы мен қатысуын арттырудың маңызды бағыты болып табылады және құрылғылардың «киюге жарамдылығы» тұрғысынан айқын шешімдердің бірі - киім. Біз жүректің электрлік белсенділігінің параметрлерін бақылауға болатын электронды тоқыма бұйымдары туралы айтып отырмыз. Мысалы, бюстгалтер, жейде немесе басқа киім түрінде жасалған, ол ыңғайлы шешім болып шығады және жекелендірудің жоғары көрсеткіштері бар. Бұл тәсілді қолдану жеткілікті түрде шешілмеген кейбір мәселелерге қарамастан перспективалы болып табылады. Атап айтқанда, сигнал сапасы мен шуды азайту мәселелері бар.

Дәл (дербестендірілген) кардиологиядағы ең жақын және күтілетін технологиялардың ішінде басқа жеке деректермен біріктірілген, денеге тағылатын сенсорлар мен құрылғылардан кіріс параметрлері бар жасанды интеллектті пайдалану туралы айтуға болады [25]. Жақын болашақта кардиологиялық реабилитация үшін орталық жүйке жүйесінің жұмысын біріктіретін, науқас туралы басқа да мәліметтерді жинақтайтын, қоршаған орта жағдайларына бейімделетін, адамның мінез-құлқы мен белсенділігінің әртүрлі аспектілерін, дәрі-дәрмектерді ескеретін нейрондық желілер мен генетикалық алгоритмдерді қолдану. пайдаланылған және т.б. келешегі бар болуы мүмкін және үміттерді қанағаттандыруы мүмкін. Құрылғылар арасында ақпарат алмасуды қамтамасыз ету үшін қажетті деректер жиынына қойылатын талаптар анық бола бастады, бұл технологияның үйлесімділігі және Интернет заттарына сенсорларды қосу мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, кардиологиялық оңалту кезеңдерінде пациенттердің медициналық бақылауға қанағаттану мәселелерін біржақты қарастыруға болмайды. Денеге тағылатын цифрлық құрылғылар және датчиктерді тәжірибеге енгізу оң өзгерістерге әкеледі, дегенмен кейбір авторлар оларды ұзақ уақыт пайдалану арқылы денеге тағылатын цифрлық құрылғыларға тәуелді мінез-құлық белгілерінің қалыптасуы бар пациенттердің белгілі бір санатындағы мінез-құлықтың әдейі емес өзгерістерін атап өтеді.

Сондықтан денеге тағылатын цифрлық құрылғылар ұзақ мерзімді пайдалану бойынша ұсыныстар пациенттің жағдайды өзін-өзі бақылауға мотивациясын, сондай-ақ оның когнитивті және психологиялық мәртебесін ескере отырып қаралуы керек. Ұсынылған ақпараттан көрініп тұрғандай, денеге тағылатын цифрлық құрылғыларды бейнелеу идеялары пациенттердің қанағаттануын қалыптастыруға және олардың мұндай құралдарды пайдалануға деген ұмтылысына әрдайым ықпал ете бермейді. Ал, керісінше, кейбір жағдайларда дәрігер науқастың шамадан тыс ұстануынан сақ болуы керек.

Соңғы жылдары денеге тағылатын цифрлық құрылғылар клиникалық тәжірибеде, соның ішінде кардиологиялық реабилитацияда жиі қолданылуда. Гемодинамикалық параметрлерді бақылайтын сенсорларды біріктіру перспективалары бір-бірімен ғана емес, сонымен қатар метаболизмнің және адам мінез-құлқының белгілі бір көрсеткіштерін бақылауға мүмкіндік беретін сенсорлармен анықталады.

Кардиологиялық наукастарды оналту процесінде медициналық көмек көрсету жүйелерін орталықтандыру бүгінде телемедицина мен қашықтан қолдау жүйелерін белсенді қолдау арқылы дамуы керек. Ақпараттық желілік инфрақұрылымды дамытуға байланысты орталықтандырылған медициналық көмек жүйелерінің сапасы жақсарады деп күтілуде, бұл көрсетілетін медициналық көмек көлемінің ұлғаюына және жаңа технологияларды қолдануға әкеледі. Сонымен қатар, денеге тағылатын цифрлық құрылғылар салыстырмалы түрде автономды түрде пайдаланылуы мүмкін немесе медициналық мекемелер ұсынатын автоматты бақылау, бақылау және жауап беру қызметтеріне қосылуы мүмкін, бұл мекемелердің көмектің осы түрін көрсетуге технологиялық дайындығына байланысты болады. Адамзат тарихындағы ең қайшылықты технологиялардың (жасанды интеллект) жетекшілігімен денеге тағылатын құрылғыларды бірыңғай цифрлық кешендерге біріктіру перспективалары қажет және деректерді бағалаудың және осы саладағы ғылыми зерттеулердің үлесін арттырудың теңгерімді стратегиясын талап етеді [25].

2 ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек бақылау жүйесі

2.1 Дамушы экономикалардағы медициналық мониторингті жақсарту үшін IoT технологияларын пайдалану

Адам ағзасының өмірлік маңызды белгілерін бағалау үшін заттар интернеті (IoT) сенсорларын пайдалану соңғы жылдары танымал болды. Мұндай құрылғылардың негізгі драйвері барлық жерде сұраныс бойынша денсаулық сақтау мониторингі болғанымен, оларды табысы төмен және орташа елдерде (LMIC) денсаулық сақтауды қамтамасыз етуді қосу және жақсарту үшін пайдалану жағдайлары артып келеді. LMIC-дегі қолданыстағы денсаулық сақтау мекемелері жеткіліксізден іс жүзінде жоққа дейін ауытқиды, бұл басқа жүйелі факторлармен қатар қаржының, инфрақұрылымның және оқытылған жұмыс күшінің жетіспеушілігінен туындайды [26]. Нәтижесінде айтарлықтай халық және көптеген қауымдастықтар жиі қымбат және қол жетімсіз медициналық көмектен айырылады. Сонымен қатар гипертония, қант диабеті, жүрек ауруы, өкпенің созылмалы обструктивті ауруы сияқты созылмалы аурулар жиі кездеседі. Шындығында, жылына 17,9 миллионға жуық өлімді құрайтын жүрек-қан тамырлары аурулары (ЖҚА) қазір бүкіл әлем бойынша өлімнің басты себебі болып табылады [4]. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДСҰ) мәліметтері бойынша, 2016 жылы тек Америка Құрама Штаттарында жүрек-қан тамырлары аурулары 840 000-нан астам өлімді құрады. Сол сияқты, Еуропалық жүрек-қан тамырлары аурулары статистикасының 2017 жылғы басылымына сәйкес, жүрек-қан тамырлары аурулары Еуропа мен Еуропалық Одақ (ЕО) елдерінде 5,7 миллионнан астам өлімге әкеліп соқты, бұл барлық өлім-жітімнің 40% дерлік. Дүние жүзінде ЖҚА өлімінің 80%-ға жуығы ауру ауыртпалығы ең көп болатын LMIC-де орын алады. Бастапқыда сандар жүрек-қан тамырлары ауруларының дүние жүзінде таралуын көрсетеді, сонымен қатар ресурстары аз LMIC-тер ауру ауыртпалығынан қалай зардап шегетінін көрсетеді.

Жүрек-тамыр ауруымен ауыратын науқастардың маңызды ұзақ мерзімді физиологиялық көрсеткіштерін (мысалы, N-терминалды про В-типті натриуретикалық пептид (NT-proBNP)) үздіксіз бақылау өте маңызды [27], жүрек соғу жиілігін және жүрек соғу жиілігін күнделікті үздіксіз бақылау/жүрек соғу жиілігін анықтау аурудың дамуын болжау мен түсінуде бірдей маңызды. Осылайша, физиологиялық электрокардиограмма (ЭКГ) сигналдарын түсіру және талдау CVD үшін денсаулық сақтауды бақылаудың негізгі құралы болды. Ең алғашқы көлемді жүйелерден бастап, ЭКГ мониторларының күрт эволюциясы чиптегі жүйе (SoC) дизайнындағы жетістіктер мен қазіргі уақытта сұранысқа сай килетін ЭКГ диагностикасын қамтамасыз ететін смарт мүмкіндік беретін технологиялардың арқасында болды [28]. Осылайша, ЭКГ бақылау құрылғылары қазір ауруханаларда, күтім үйлерінде, амбулаториялық қондырғыларда және қашықтағы қондырғыларда триаждауда қолданылады.

Технологиялармен, соның ішінде IoT, шеткі есептеулер және мобильді есептеуле, ЭКГ жүйелері сонымен қатар өңдеу жиіліктері, бақылау әдістері және үшінші тұлғаның ескерту жүйелері. CVD анықтау және басқарудан басқа, олар күнделікті әрекеттерді [27], спортты [28] және тіпті көңіл-күйге байланысты себептерді қоса алғанда, әртүрлі мақсаттар мен міндеттерге қызмет ету үшін дамыды. Дамыған қоғамдарда диагностикалық құралдарды орталықсыздандыру қалыпты жағдай болғанымен, орталықтандырылған стационарлық диагностика LMIC елдерінде ең аз қолайлы нұсқа болып қала береді, мұнда айқын (сынақ шығындары) және жасырын шығындар (жол жүру уақыты және табыстың жоғалуы) жиі зиян келтіреді [3]. Осылайша, физиологиялық ЭКГ сигналдары арқылы күнделікті бақылау ЭКГ деректерін үздіксіз бақылау және талдау арқылы ауруды бақылауға және алдын алуға көмектесетін, ЖҚА бағалаудың жан-жақты парадигмасын қамтамасыз ете алады [2,3,10]. Дегенмен, ЭКГ сияқты негізгі диагностикалық әдістердің болмауына байланысты ЖҚА-ның дер кезінде араласуын және тұрақты диагностикасын қиындатады. Он екі жетекші жүйелер пациенттің жүрек денсаулығы мен болашақ емдеу жолын диагностикалаудың алтын стандарты болып қала бергенімен, коммерциялық қолжетімді бір жетекші ЭКГ жүйелері (екі немесе үш электродтар) жоғары сезімталдықты көрсететін қауымдастық жағдайында сыналған (~98% және тұрақты емес жүрек ырғағын түсіру үшін жеткілікті ерекшелік (~74%) [31]. LMIC үшін оқытылған медицина қызметкерлерінің жетіспеушілігі соңғы пайдаланушыға ыңғайлы жабдықты қажет етеді деп айтуға болады, сондықтан электродтарды орналастыру және бірнеше жетекші жүйелерді интерпретациялау мәселелерін шешу үшін жалғыз ЭКГ жүйелері жақсырақ болады [32,33]. Нарықта қол жетімді бірқатар коммерциялық шешімдер бар бір жетекші ЭКГ алуға негізделген, сондай-ақ киілетін доменде, соңғы пайдаланушының қол жетімділігі оларды LMICs-те қабылдаудың негізгі қозғаушы факторы болып табылады. Демек, тиімді жұмсартуға қажеттілік туындайды, арзан, арнайы сымсыз портативті денсаулық мониторингі жүйелері қажет, олар сенімді, дәл және энергияны үнемдейді.

2.2 Біріктірілген ЭКГ мониторинг жүйесін әзірлеу және валидациялау

Мәселенің кең тараған сипаты мен маңыздылығын ескере отырып, ЭКГ бақылау жүйелерін кеңірек тұрғыдан түсінуге, талдауға, жобалауға және валидациялауға жәрдемдесу үшін біз толық, соңына дейін қосарлы режимді (пациент пен дәрігерге бағытталған) ЭКГ бақылау құрылғысы. Жүйе AD8232 микрочипін (Analog Devices, АҚШ) аналогтық алдыңғы бөлік ретінде пайдаланады, ол кейіннен Arduino-ға (MKR1010, Arduino, Италия) беріледі, ол смартфонға немесе қашықтан бақылау үшін басқа сыртқы құрылғыға Bluetooth және WiFi қосылымын ұсынады. Жүйе сонымен қатар температура және арнайы оттегі (SpO_2) сенсорларымен жабдықталған және оны қайта

зарядталатын 3,7 В LiPo батареясынан қуаттауға болады. Ұсынылған құрылғы келесі сипаттамаларға ие:

1. Құрылғы жергілікті дисплей экранында ЭКГ сигналын көрсетуі керек және ол деректерді серверге жазады.

2. Таңдамалы мобильді қолданбада сигналды көрсету үшін сигнал Bluetooth арқылы жеткізілуі керек.

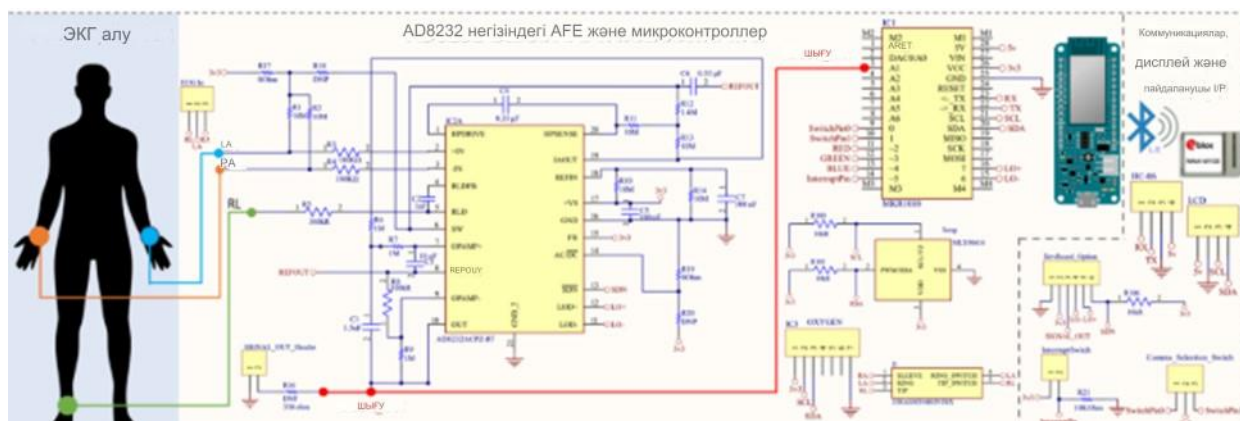
3. Барлық пайдаланушы интерфейстері қандағы оттегі деңгейі (SpO_2) және тері температурасы сияқты қосымша ақпаратты жазып, көрсетуі керек.

Сенсор деректері ThingSpeak серверіне WiFi қосылымы арқылы жеткізілуі керек.

4. Соңғы прототип дизайны жоғары сапалы ПХД-да басып шығарылуы және қорғаныс қаптамасына орналастырылуы керек. Құрылғы портативті және сымсыз болуы керек.

5. Батареяның қызмет ету мерзімін ұзарту және өнімнің тасымалдану талаптарын жақсарту үшін құрылғыда қуатты аз тұтынатын ұйқы режимі болуы керек.

Төмен амплитудалық шикі ЭКГ сигналы күшейтуді қажет етеді [34], ал бірқатар көздерден туындайтын шу компоненттерін жою күшті әлсіретуді талап етеді (2.1-суретті қараңыз). ЭКГ түсіру кезінде жазылған шу құрамдас бөліктерін жою үшін күшейтілген сигнал сүзгіден өтуі керек. Еуропада 50 Гц және Америкада 60 Гц электр қуатымен өндірілетін айнымалы ток шуды азайту үшін әдетте жолақты немесе ойық сүзгісі қолданылады. Егер емделуші жазба барысында қозғалыссыз болмаса, тыныс алумен қатар негізгі сызықтың ауытқуын тудыруы мүмкін электромиограмма тәрізді шу пайда болады. Бұл емделушінің терісі мен электродтар арасындағы нашар байланыс салдарынан пайда болуы мүмкін электродтың ығысу шуына қосымша. ЭКГ сигналының талдауға жарамды болуын қамтамасыз ету үшін барлық осы шу құрамдастарын цифрландыруға дейін алып тастау немесе айтарлықтай әлсірету қажет [10,26,35].



2.1- сурет – ЭКГ-ны басынан аяғына дейін түсіру жүйесі

Прототиптің негізгі компоненттері AD8232 негізіндегі AFE, температура сенсоры (MLX90614), SpO_2 сенсоры (MAX30100) және Arduino MKR1010. Байланыс және дисплей опциялары OLED және классикалық BT арқылы қамтамасыз етілген. Бүкіл жүйе 3,7 В қайта зарядталатын Li батареямен жұмыс істейді. Төмен қуатты тұтыну және арзан баға критерийлеріне негізделген бірнеше дайын толық біріктірілген ЭКГ алдыңғы ұштары болса да, біз AD8232 қолдандық. біріктірілген сигналды кондиционерлеу блогы [10,36,37] (Analog Devices, АҚШ). AD8232 2–3,5 В кернеу диапазоны және 170 мкА төмен қоректену тогы бар, бұл оны Arduino сияқты сыртқы микроконтроллермен біріктіруді жеңілдетеді [38]. Сонымен қатар, 4 мм × 4 мм қаптама оның шағын ПХД дизайнына ие болуына мүмкіндік береді және қуатты үнемдеу үшін оны конфигурациялауға мүмкіндік беретін өшіру істікшесі бар. Бұған қоса, интегралды схема екі полюсті реттелетін жоғары жиілікті/төмен жиілікті сүзгілеуді, сондай-ақ реттелетін күшейтуді (максималды күшейту 100 В/В) қамтиды, бұл конфигурацияланатын мүмкіндіктерді өнімділікті тексеруге бейімдеуге мүмкіндік береді. AD8232 құрылғысында бірнеше мүмкіндіктер бар, соның ішінде оң аяқтың драйвері (RLD), ажыратуларды анықтау және кірістірілген жылдам қалпына келтіру тізбегі. Сигнал-шу (SNR) жоғары қатынасы үшін қауіпсіздік талаптары мен талаптарын ескере отырып, RA, LA және RL (RLD) тұратын үш электродты дизайн таңдалды, мұнда RLD/жер электроды жалпы шудың әсерін азайтады. жалпы режимдегі кернеуді шығару және пациентке қарсы сигнал беру арқылы. 1 nF интегратор конденсаторы (C2) RLD қозғауға арналған ішкі 150 кОм резистормен бірге жұмыс істейді. Науқастың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін токтың 10 мкА-дан аз болуын қамтамасыз ету үшін 360 кОм резистор (R5) пайдаланылды. Үш электродты конфигурация үшін тұрақты токты ажыратуды анықтау режимі R19 резисторы арқылы айнымалы/тұрақты ток желісін жерге орнату арқылы жұмыс істейді (1-суретті қараңыз). Өшіру механизмі оң көзге (3V3) қосылған тартылатын резисторларға (R1, R2) сүйенеді және ол аспаптық күшейткіштің кіріс кернеуінің кез келгені оң рельстен 0,5 В шегінде болғанда сезеді.

2.3 ЭКГ мониторинг жүйесін интеграциялау және оңтайландыру

Егер электродтар дұрыс жалғанса, сымдарды ажыратуды анықтау түйреуіштері төмен болып қалады және олар осылайша ажыратылғанда жоғарыға өзгереді.

Микроконтроллерді таңдау

Алдыңғы жағында күшейтілген және сүзілген сигналды өңдеу үшін микроконтроллер қажет. MCP3208 сияқты сыртқы аналогты-сандық түрлендіргіш (ADC) қажеттілігін болдырмау үшін борттық жоғары ажыратымдылықтағы ADC бар микроконтроллер қажет. Әдетте, мобильді денсаулық құрылғыларына арналған ADC ажыратымдылығы 10–12 бит, алайда әзірленген жүйенің болашаққа төзімді болуын қамтамасыз ету үшін 12 биттік

ADC ажыратымдылығы қажет болды. Борттық ADC-ге қосымша, микроконтроллерде кемінде 8 сандық ІО түйреуіштері болуы керек, олардың кем дегенде үшеуі импульстік ең модуляциясын (PWM) жүйеге енгізу/шығару құрылғыларының кең ауқымымен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Bluetooth және WiFi мүмкіндіктері жобаланған жүйе мен перифериялық құрылғылар арасында оңай байланысты қамтамасыз ету үшін таңдалған микроконтроллерге қойылатын басқа талаптар болды. Әдебиеттерде Arduino Uno [38,42] және Arduino Mega [43–45] AD8232-мен пайдаланудың ең танымал микроконтроллер опциялары болғанымен, біз оның үлкен ізіне байланысты Mega-ға жеңілдік жасадық. Біз Arduino MKR 1010 (Arduino, Италия) прототипін оның 12 биттік ажыратымдылығы, үлкен флэш-жады, кірістірілген Bluetooth мүмкіндігі, бірнеше PWM қолдайтын түйреуіштер және бұл туралы фактісі арқасында енгіздік. басқа модельдерге қарағанда он жыл жаңа және біздің білуімізше, ЭКГ сигналын өңдеу үшін бағаланбаған.

Температура сенсоры

Температураның инфрақызыл сенсоры байланыссыз температураны өлшеу үшін қажет. Біз MLX90614, 0,02 °C ажыратымдылығы [46] және ±0,2 °C (Melexis, Бельгия) дәлдігі бар Arduino-үйлесімді медициналық дәрежелі сенсорды қолдандық. Бұл қуатты үнемдеу режимдері бар шағын, арзан құрылғы, I2C протоколы арқылы жұмыс істейді және бұрынғы жұмыстарда да қолданылған [47,48].

Қандағы оттегі сенсоры

COVID-19 пандемиясына байланысты қандағы оттегінің нақты деңгейін (SpO₂) өлшеу өте маңызды және ол көп функциялы өнімді шығару үшін жалпы құрылғыға енгізілген. Мұндай SpO₂ сенсорларының әдебиеттік шолуынан Maxim Integrated компаниясының бірқатар өнімдері қолжетімді екені анықталды. Біз MAX30100 сенсорын қолдандық, оның кішігірім ажырату тақтасы [49] және MAX30102-мен салыстырғанда кішірек ізі бар (Maxim Integrated, Сан-Хосе, Калифорния, АҚШ). Датчик үнемді, ұйқы режимінде ток тұтынуды азайту үшін төмен қуат режимі бар.

Деректерді шығару және коммуникациялар

Алдыңғы бөлімде айтылғандай, жүйе жергілікті дисплейде тірі ЭКГ сигналын қамтамасыз етуі керек. Мұндай дисплейлер үшін органикалық жарық шығаратын диодтар (OLED) және сұйық кристалды дисплей (LCD) Arduino үшін ең көп таралған екі опция болып табылады. OLED дисплейлері эмиссивті болса да, бұл олардың жарығын тудырады, ал СКД дисплейлері эмиссиялық емес және артқы жарықты қажет етеді [50]. Егер пайдаланушыға тек жүрек соғу жиілігі көрсетілсе, СКД дисплей оңтайлы болар еді, алайда ЭКГ сигналы тікелей көрсетілу үшін ең жоғары ажыратымдылығы бар 1,3 дюймдік OLED және ең аз қуат тұтынуы идеалды болып саналады [10].

Bluetooth мобильді қосымшасы

Тікелей ЭКГ сигналы OLED дисплейіне қосымша Bluetooth арқылы берілетін деректермен бірге мобильді қосымшада да ұсынылуы керек. Arduino

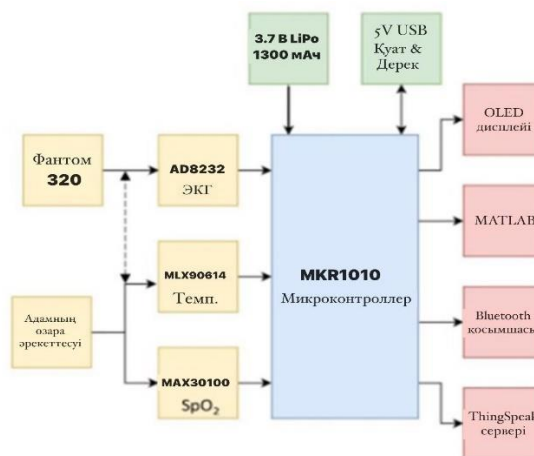
MKR 1010 құрылғысында кірістірілген Bluetooth төмен энергия (BLE) мүмкіндігі бар, бұл оны осы жұмыс үшін тамаша таңдау жасайды. Дегенмен, мобильді денсаулық сақтау қызметтері мен қосымшалары ұялы телефондардың жоғары пайызы (BLE-мен салыстырғанда), әсіресе LMIC-те қолдау көрсететін классикалық Bluetooth сияқты ең төменгі ортақ технологияны пайдалану арқылы басқарылатынын атап өткен жөн. Android жүйесінде 2021 жылдың маусымындағы жағдай бойынша жаһандық мобильді операциялық жүйе нарығының шамамен 73%-ы телефондарды ұстайтынын ескере отырып [50], әсіресе LMIC-де, Android телефондарымен үйлесімді қолданбаны жобалау үшін кодсыз тәсіл қолданылды. Ол үшін MIT App Inventor, толық жұмыс істейтін Android қолданбаларын жасау үшін графикалық интерфейсті ұсынатын веб-негізделген, ашық бастапқы әзірлеу құралы таңдалды. Аяқталған бағдарламалық құралда пайдаланушыға тірі ЭКГ сигналын, сондай-ақ пациенттің жүрек соғу жиілігін, қандағы оттегі деңгейін және дене температурасын көрсететін негізгі экран болады. Ол Android жүйесі бар кез келген смартфонмен жұмыс істейді

2.4 Екі функционалдығы бар көп функциялы ЭКГ мониторинг жүйесіне сипаттама

Құрамдас блок схемасы

Кірістер мен шығыстар, сондай-ақ олардың микроконтроллермен интерфейсі 2.1-суретте көрсетілген және олар төмендегі блок-схемада қосымша сипатталған (2.2-сурет).

MKR 1010 USB 5 В немесе 3,7 В LiPo батареясынан қуат алады, ал Phantom 320 (Medtec Science GmbH, Германия) өңделмеген ЭКГ сигналын жасайды, содан кейін оны MKR 1010 ADC істікшесін енгізбес бұрын AD8232 өңдейді. Олардың қандағы оттегі деңгейін және терінің температурасын өлшеп, адаммен байланыс арқылы MKR 1010-ға жіберуге болады. Өңделген ЭКГ сигналын көрсету үшін жергілікті OLED, Bluetooth қолданбасы және MATLAB пайдаланылады, ал пациенттің негізгі деректері ThingSpeak сервері арқылы көрсетіледі.



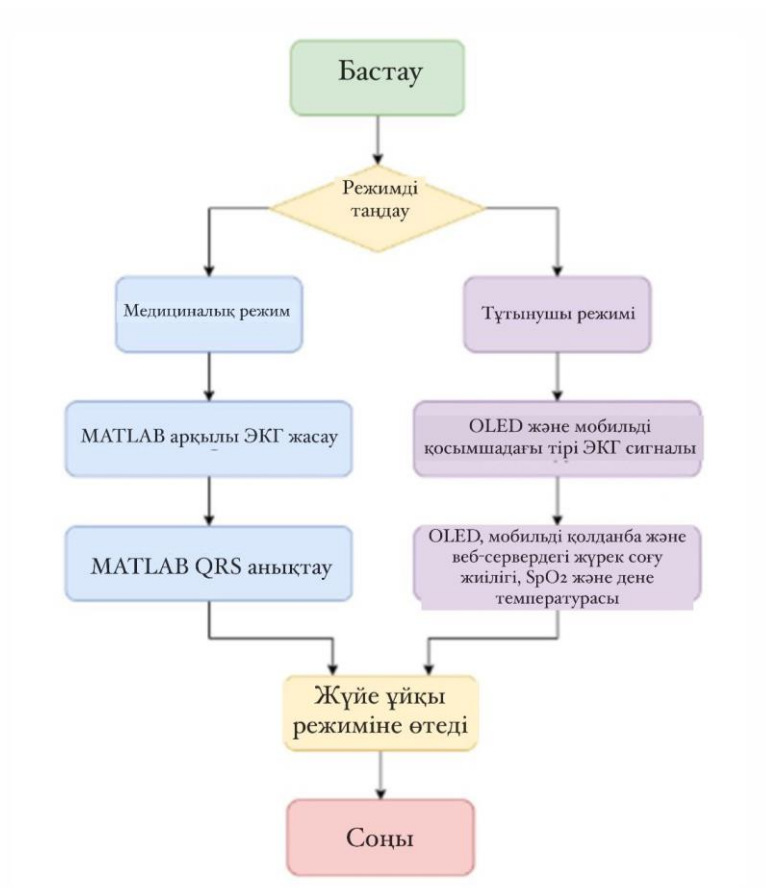
2.2 - сурет - Құрамдас бөліктердің блок-схемасы. Нүктелі сызық ЭКГ-ны симуляцияланған көзден немесе адамнан алуға болатындығын білдіреді

Жүйе ағынының дизайны

Аппараттық құралдарды таңдағаннан кейін жобалау процесінің келесі кезеңі жүйенің қалай жұмыс істеуі керектігін анықтау болды.

Екі әзірленген режимге, тұтынушыға және медициналық режимдерге арналған негізгі жүйе ағынының диаграммасы 2.3-суретте көрсетілген.

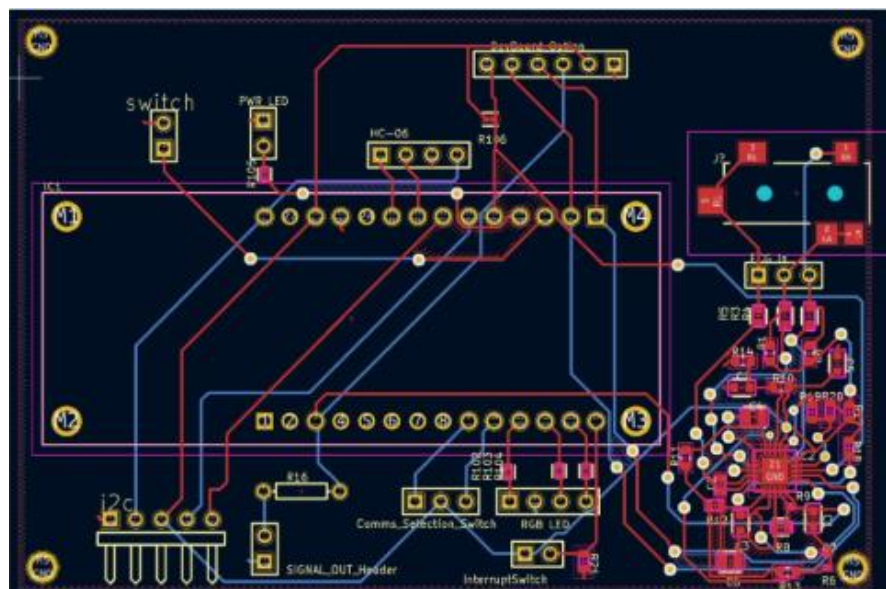
Тұтынушы режимі, керісінше, жүрек соғу жиілігін, SpO_2 деңгейін және дене температурасын бақылап, OLED дисплейінде, ұялы телефон қолданбасында немесе веб-серверде ақпаратты зерттегісі келетін тұрақты пайдаланушыға арналған.



2.3 - сурет - Жүйе ағынының диаграммасы

4.ПХД дизайны

Аппараттық және жүйелік дизайн аяқталғаннан кейін келесі кезең нан тақтасына негізделген схеманы құру және оны сәйкес ПХД дизайнымен жалғастыру болды. Өлшемдері $140 \times 100 \times 0,8$ мм (2.4-сурет) ПХД прототипінде қосымша құрамдас бөліктерге жолды бағыттауды жеңілдету үшін ПХД ортасында орналасқан MKR 1010 болды. Ол MKR 1010 кірістірілген екі 14 істікшелі әйел тақырыбы арқылы байланыстырылды. I2C желісі MLX90614, MAX30100 және OLED-ді байланыстыру үшін пайдаланылды. I2C желісі және 3,3 В үшін MLX90614 (Melexis, Бельгия) екі 10 К Ω тартылатын 0402 резисторын қажет етті. I2C желілері және 3,3 В MAX30100 ажыратқыш тақтасының жұмыс істеуі үшін қажет болды. Оның жұмыс істеуі үшін OLED I2C желілерін және 5 В кернеуін қажет етеді. Бұл қосылымдар үшін ПХД-да әйел тақырыптары орнатылған. Bluetooth классикалық модулін SPI және 5 В желісі арқылы MKR 1010-ға қосу үшін 4 істікшелі әйел тақырыбы пайдаланылды.



2.4 - сурет - ПХД орналасуы әртүрлі құрамдас бөліктердің бағытын және орналасуын бөлектейді

Ажыратқыштарға арналған екі әйел тақырыбы ПХД-ге енгізілген. Режимді таңдау қосқышы үшін екі сандық істікшелі және 3,3 В кернеуі бар 3 істікшелі тақырып қажет болды. Жерге қосылған 10-КОм 0402 резистор және 3,3 В қоректену үзу қосқышын қуаттандырды, ол сандық істікке бекітілген 2 істікшелі тақырып болды. Шикізат ЭКГ кіріс сигналына кедергі келтіретін шудың әлеуетін шектеу үшін AD8232 пассивті 0402 және 0603 құрамдастарымен бірге бес полюсті 3,5 мм беткі аудио ұясының жанында орналастырылды.

AD8232 жанындағы қысқа жолдардың ені 0,25 мм болды, ал ұзын жолдар өңдеу кезінде зақымдалмауы үшін 0,75 мм ені етіп жасалды.

Екі полюсті 0,5 Гц жоғары жиілікті сүзгіден кейін AD8232 тізбегіндегі екі полюсті 40 Гц төмен жиілікті сүзгі болды. Оп-амп күшейткішінің күшейту мәні 11-ге орнатылды, нәтижесінде жүйенің жалпы өсімі 1100 болды. Жоғары жиілікті сүзгіні жасау үшін келесі тендеу пайдаланылды.

$$f_c = \frac{10}{2\pi\sqrt{(R1)(C1)(R2)(C2)}} \quad (2.1)$$

$$f_c = \frac{10}{2\pi\sqrt{(10 \times 10^6)(0,33 \times 10^{-6})(10 \times 10^6)(0,33 \times 10^{-6})}} \quad (2.2)$$

мұндағы $f_c = 0,48 \text{ Hz}$.

Төмен жиілікті сүзгі келесі тендеу арқылы құрастырылған:

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{(R1)(C1)(R2)(C2)}} \quad (2.3)$$

$$f_c = \frac{10}{2\pi\sqrt{(1 \times 10^6)(10 \times 10^{-9})(1 \times 10^6)(1,5 \times 10^{-9})}} \quad (2.4)$$

мұндағы $f_c = 41,09 \text{ Hz}$

$$\text{Gain}_{LP} = 1 + \frac{R3}{R4} \quad (2.5)$$

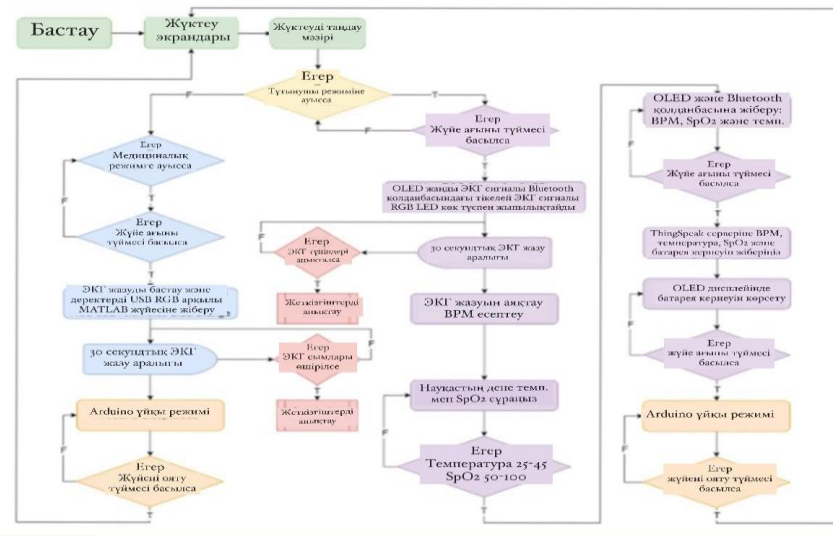
$$\text{Gain}_{LP} = 1 + \frac{1 \times 10^6}{100 \times 10^3} = 11 \quad (2.6)$$

Arduino кодының дизайны

Соңғы жүйе ағынының диаграммасы кодты толтыру үшін толық шолуды қамтамасыз ететін MKR 1010 бағдарламалық құралын құру алдында әзірленді. 5-суретте жүйе жұмысының ағындық диаграммасы көрсетілген.

Екі негізгі режим, медициналық және тұтынушы, екеуі де ЭКГ сигналын 30 секундқа жазады. Құрылғы медициналық режимде болғанда, пайдаланушыға анықталған QRS кешендерін бөлектейтін графиктер мен диаграммалар беріледі және ЭКГ жазбасы аяқталған кезде және Arduino жүйесі ұйқы режиміне өтеді. Тікелей ЭКГ сигналы тұтынушы режимінде жазылған кезде OLED және Android қолданбаларында көрсетіледі.

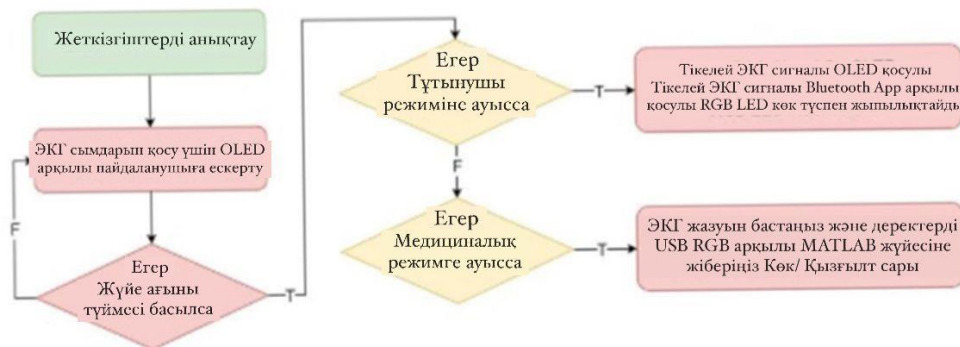
Науқастың SpO2 деңгейі мен дене температурасы, сондай-ақ есептелген жүрек соғу жиілігі мен борттық LiPo батареясының кернеу деңгейі OLED дисплейіне, Android қолданбасына және ThingSpeak веб-серверіне бір уақытта ЭКГ көрсетілген кезде жазылады және жіберіледі. жазу аяқталды. Содан кейін жүйе ұйқы режиміне өтеді және оны ояту үшін түймені ұзу пайдаланылғанша сол жерде қалады. Бұл медициналық және тұтынушы қондырғыларында да дұрыс.



2.5 - сурет - Жүйе деңгейінің ағындық диаграммасы. «F» шарт жалған болса, әрекетті білдіреді, ал «T» мәлімдеме ақиқат болса әрекетті білдіреді

OLED тірі ЭКГ сигналы

Жүйенің негізгі ерекшеліктерінің бірі тұтынушы режимі кезінде OLED дисплейінде тірі ЭКГ сигналын көрсетеді. AnalogRead() пәрмені AD8232 (тұтынушы режимі үшін 10-биттік ADC) ЭКГ сигналын импорттау үшін пайдаланылғанда, карта функциясы деректерді OLED экранында көрсетілетіндей етіп қайта пішімдеу үшін пайдаланылады. Содан кейін ЭКГ сызбасын құру үшін «u8g2» кітапханасындағы «drawLine» пәрмені пайдаланылады. Ағымдағы және алдыңғы «x» және «y» мәндері төрт айнымалының арасында. Бұл арасына сызық салуға болатын екі координатты қамтамасыз етеді. 'x' мәні 127-ден асқанда (OLED ені 128 пиксель), OLED тазартылады және диаграмма оңға қарай жылжи отырып, дисплейдің сол жағында жалғасады. Емделушінің ЭКГ сигналын өлшеп жатқанда, дене мен электрод арасында ешқандай бұрмалану жоқтығын тексеру өте маңызды, әйтпесе көрсетілген нәтижелер бұрмалауға байланысты пациенттің шынайы жүрек күйін дұрыс көрсетпеуі мүмкін. Электродтардың емделушіге дұрыс бекітілуін қамтамасыз ету үшін жолды анықтау сияқты әдістер ұсынылады және егер олар болмаса, ол пайдаланушыны/медициналық қызметкерді ескертеді. Arduino-да іске асырылған шығынды анықтау қосалқы бағдарламасы 2.6-суретте көрсетілген



2.6 - сурет - Өткізгіштерді анықтау қосалқы бағдарламасы. «F» шарт жалған болса, әрекетті білдіреді, ал «T» мәлімдеме ақиқат болса әрекетті білдіреді

Ұйқы режимін қосу батарея көзінің қызмет ету мерзімін ұзарту үшін пайдалы, өйткені жүйе портативті пайдалануға арналған. MKR1010 сияқты SAMD үйлесімді тақталарымен пайдалануға арналған «ArduinoLowPower» кітапханасы аппараттық үзіліс жасау үшін пайдаланылды. Медициналық және тұтынушы режимдерінің соңында құрылғы ұйқы режиміне өтеді. «wakeUpArduino» функциясы төмен қуат үзілуіне кез келген сайын орындалады және жүйе ішкі қалпына келтіру арқылы қайта жүктеледі.

3 IoT негізіндегі ЭКГ мониторинг жүйесін әзірлеу

3.1 IoT жүйелері арқылы жүрек соғу жиілігін қадағалау

Ұсынылған IoT (Internet of Things) негізіндегі ЭКГ көмегімен жүрек қызметін бақылау жүйесі пациенттердің жүрек қызметінің мониторингін жақсартуға бағытталған инновациялық шешім болып табылады. Ол пациенттің жүрек соғу жиілігін үздіксіз, нақты уақыт режимінде бақылауды қамтамасыз етеді, жүрек-қан тамырлары жағдайларын тиімді диагностикалау және басқару үшін медицина мамандарына маңызды ақпарат береді. Міне, осы жүйенің негізгі аспектілері мен компоненттері:

Негізгі компоненттер:

1. ЭКГ сенсорлары: Науқастың денесіне киілетін және жүректің электрлік белсенділігін үздіксіз жазып отыратын заманауи, миниатюралық құрылғылар.

2. Микроконтроллерлер мен процессорлар: сенсорлардан келетін сигналдарды өңдейтін, алдын ала өңдеуді орындайтын және деректерді жіберуге дайындайтын қуатты, бірақ энергияны үнемдейтін құрылғылар.

3. Сымсыз байланыс модульдері: деректерді қиетін құрылғылардан серверге немесе бұлтқа жіберу үшін Wi-Fi, Bluetooth немесе LTE/5G сияқты технологияларды пайдаланыңыз.

4. Бұлтты серверлер және деректерді талдау платформалары: аномалияларды анықтау және денсаулық тенденцияларын анықтау үшін машиналық оқыту алгоритмдерін пайдалануды қоса, деректерді сақтауды, одан әрі өңдеуді және аналитикалық өңдеуді қамтамасыз ету.

5. Пайдаланушы интерфейсі: нақты уақыттағы деректерге, денсаулық туралы хабарландыруларға, тарихи деректерге және денсаулық сақтау мамандарымен байланысуға арналған құралдарға қол жеткізуді қамтамасыз ететін қолданбалар мен веб-платформалар.

Артықшылықтары:

- Үздіксіз мониторинг: Жүйе пациенттің ауруханада болуын қажет етпей, тәулік бойы бақылауға мүмкіндік береді.

- Алдын алу және ерте ескерту: ықтимал жүрек ақауларын ерте анықтау өмірді сақтап қалуы мүмкін.

- Қашықтан басқару және диагностика: Пациенттер үйдегі жағдайларын басқара алады, бұл денсаулық сақтау мекемелеріне түсетін жүктемені азайтады және ауруханаға баруды азайтады.

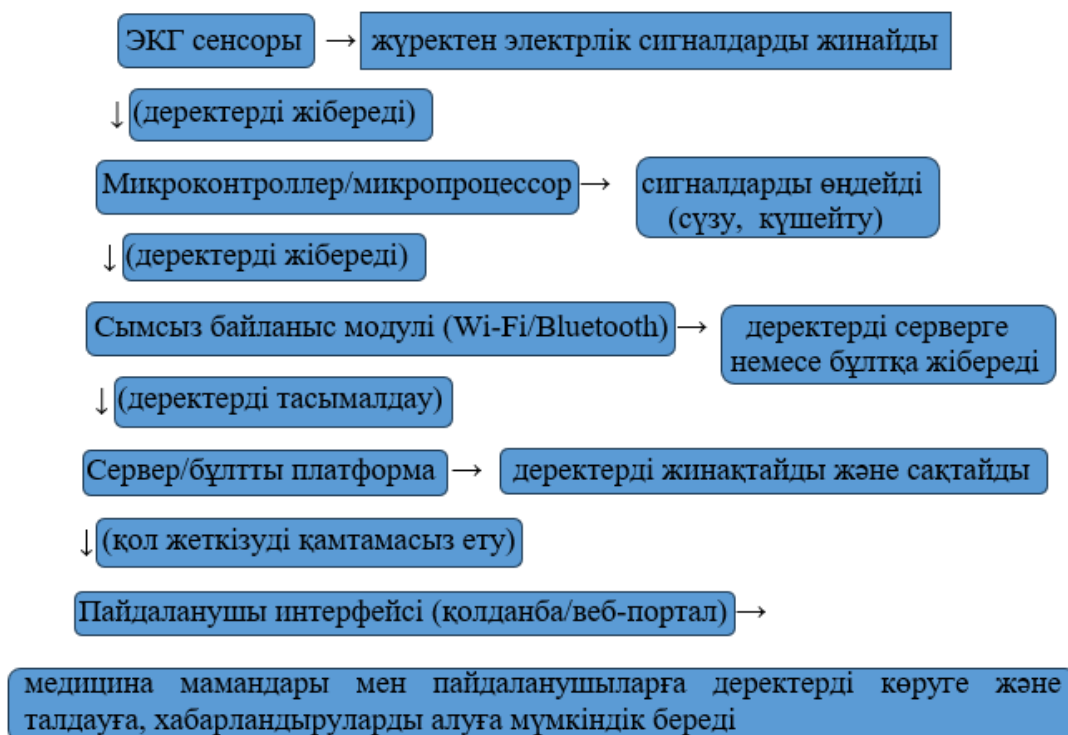
- Жекелендірілген тәсіл: Жүйе емделушінің жеке қажеттіліктеріне сәйкес емдеу мен бақылауды бейімдеуге мүмкіндік береді.

Бұл жүйе пациенттердің кең ауқымы үшін кардиохирургиялық бақылаудың тиімді және қолжетімді әдістерін ұсынатын технология мен медицинаның интеграциясында алға жасалған қадам болып табылады.

Функционалдық сипаттамасы:

Бұл жүйе созылмалы жүрек ауруы бар науқастар үшін немесе операциядан кейінгі кезеңде өте маңызды болып табылатын кез келген

өзгерістерге жылдам жауап беруге мүмкіндік беретін науқастың жүрек жағдайын үздіксіз бақылауды қамтамасыз етеді. Қашықтан бақылау мүмкіндігі пациенттердің өмір сүру сапасын айтарлықтай жақсартады, бұл оларға үнемі бақылауда бола отырып, өз үйінде ыңғайлы болу мүмкіндігін береді.



3.1-сурет – ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек бақылау жүйесінің блок-сұлбасы

3.2 ЭКГ арқылы жетілдірілген медициналық мониторинг

Берілген IoT және ЭКГ негізіндегі кардиохирургиялық бақылау жүйесінің блок-схемасы пациенттің жүрек қызметін қашықтықтан бақылау процесінің тұтастығы мен тиімділігін көрсетеді. Компоненттер арасындағы дәйекті өзара әрекеттесу арқылы - ЭКГ сенсорлары арқылы деректерді жинаудан пайдаланушы интерфейсі арқылы талдау мен ұсынуға дейін - жүйе жүрек ақауларын ерте анықтау және алдын алу үшін маңызды ақпараттың сенімді ағынын қамтамасыз етеді.

Бұл блок-схеманың әрбір элементі деректерді жинау мен беруді ғана емес, сонымен қатар оның қауіпсіздігі мен құпиялығын қамтамасыз ететін нақты рөл атқарады, бұл медициналық қолданбаларда негізгі аспект болып табылады. Заманауи сымсыз технологиялармен және бұлттық платформалармен интеграция жүйені ауқымды және қолданушылардың кең ауқымы, соның ішінде медициналық мекемелер мен жекелеген пациенттер үшін қолжетімді болуға мүмкіндік береді.

Осылайша, ұсынылған блок-схема жүйенің архитектурасын визуализациялап қана қоймайды, сонымен қатар оның денсаулық сақтау тиімділігін арттыру және пациенттердің өмір сүру сапасын жақсарту мүмкіндігін көрсетеді.

ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек бақылау жүйесінің негізгі аппараттық компоненттері:

1) ЭКГ сенсоры жүрек соғу жиілігін өлшеу үшін қолданылады;

2) Atmega Avr микроконтроллері ЭКГ сигналын сканерлеу және жалпы/қалыпты диапазондағы үлгіні іздеу үшін пайдаланылады; егер үлгі қалыпты диапазонда болса, ол қалыпты деп есептеледі, егер үлгінің қалыпты диапазонда еместігі анықталса, адам қандай да бір жүрек ауруынан зардап шегеді

3) Wi-Fi модулі арқылы ескерту хабарламасы ретінде IoT жүйесіне жіберіледі; Интернет арқылы IoT негізіндегі сигнализация бөлігін әзірлеу

4) IoTGecko интерфейсі қолданылады.

Бағдарламалық жасақтамасы –

5) Arduino компиляторы (бағдарламалау тілі: C).

Жобаның сипаттамасы:

Жоба ЭКГ көмегімен заттардың интернеті (IoT) технологиясына негізделген жүрек мониторингі жүйесін әзірлеуден тұрады. Бұл жүйе пациенттің жүрек белсенділігін үздіксіз бақылауға және жүрек ауруымен байланысты ықтимал ауытқулар туралы ескертуге арналған. Оған ЭКГ сенсоры және микроконтроллер сияқты аппараттық компоненттер, сондай-ақ деректерді талдауға және нәтижелерді интернет арқылы жіберуге арналған бағдарламалық жасақтама кіреді.

Аппараттық компоненттер:

ЭКГ сенсоры: бұл сенсор жүректің электрлік белсенділігін, атап айтқанда жүрек соғу жиілігін өлшеу үшін қолданылады.

Atmega AVR микроконтроллері: Микроконтроллер ЭКГ сигналын сканерлеуге және ауытқуларға үлгілерді талдауға жауапты. Егер үлгі қалыпты диапазонға сәйкес келмесе, науқас жүрек ауруымен ауыруы мүмкін деп есептеледі.

Бағдарламалық қамтамасыз ету:

Arduino компиляторы (бағдарламалау тілі: Python): бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу үшін бастапқы коды Python бағдарламалау тілінде жазылған Arduino компиляторы қолданылады. Бұл код микроконтроллерде жұмыс істейді және ЭКГ сигналын сканерлеуге және нәтижелерді талдауға жауап береді.

IoTgecko интерфейсі: IoT негізіндегі дабыл бөлігін әзірлеу және конфигурациялау үшін қолданылады. Бұл интерфейс арқылы Wi-Fi модулін пайдаланып интернет арқылы жүрек қызметінің ықтимал ауытқулары туралы ескерту хабары жіберіледі.

Жұмыс процесінің сипаттамасы:

ЭКГ сенсоры жүректің электрлік белсенділігін өлшейді және деректерді микроконтроллерге жібереді.

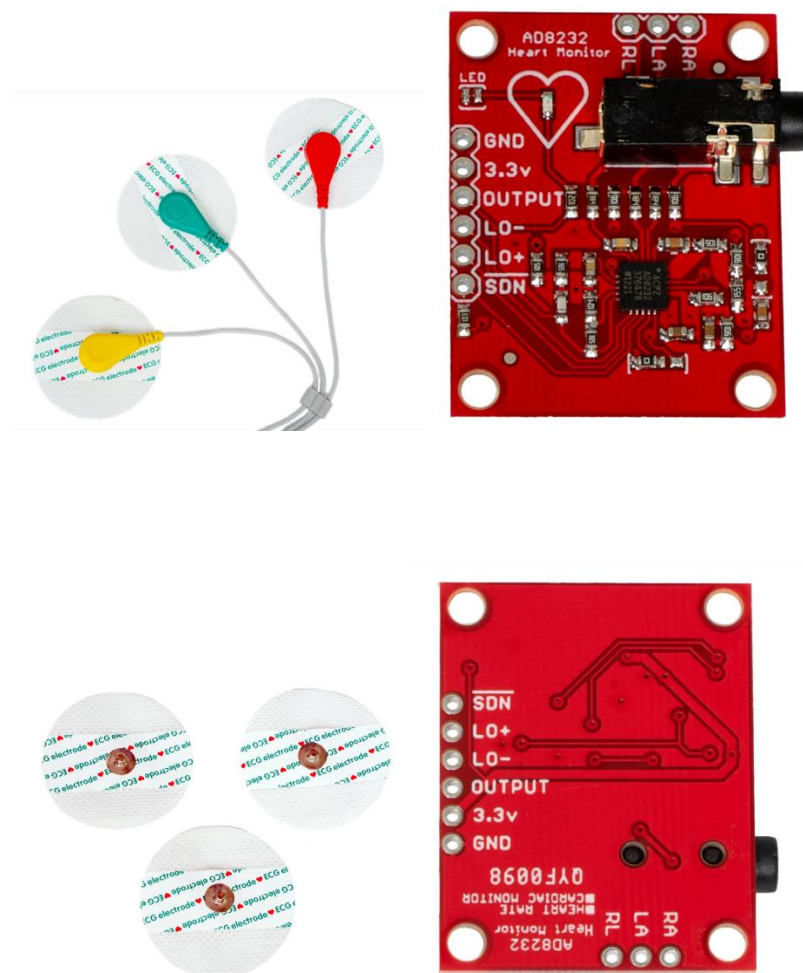
Микроконтроллер ЭКГ сигналын сканерлейді және оны ауытқуларға талдайды.

Егер ауытқулар анықталса, микроконтроллер Wi-Fi модулі арқылы IoT жүйесіне ескерту хабарламасын жібереді.

IoTGecko интерфейсі арқылы Пайдаланушы интернет арқылы ықтимал ауытқулар туралы хабарлама ала алады және тиісті шараларды қолдана алады.

Жұмыс үшін келесі сенсор қолданылды:

Жүрек соғу жиілігі сенсоры, ЭКГ AD8232 - электрокардио және электромио сигналдарды өңдеу үшін қолданылатын сенсор.



3.2 - сурет – Жүрек соғу жиілігі сенсоры, ЭКГ, AD8232

Бұл медициналық құрал емес! Ол, ең алдымен, ЭКГ және ЭМГ құру принциптерімен танысуға арналған.

Сипаттамалары:

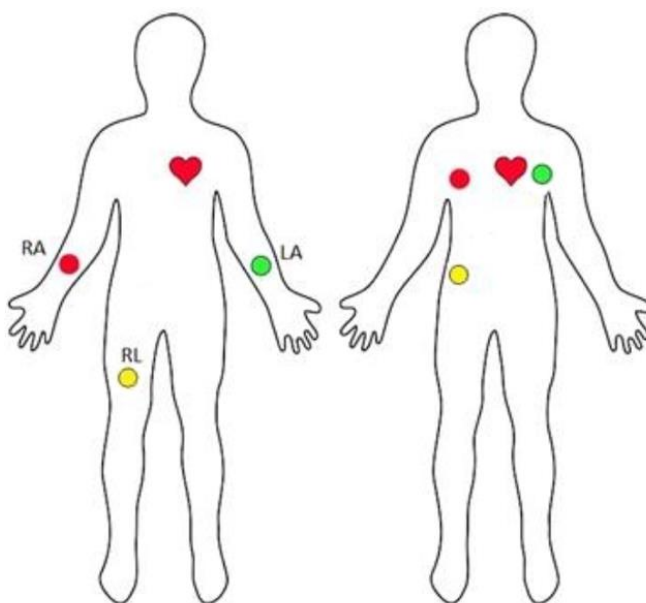
- Ағымдағы тұтыну: 170 мкА;
- Кернеу қуат: 2-ден 3,5 В-қа дейін;
- Кіріктірілген РЖ кедергі сүзгісі;

- 2 полюсті жоғары жиілікті сүзгі;
- 3 полюсті төмен жиілікті сүзгі;
- Жалпы фазалық сигналдың әлсіреу коэффициенті: 80 дБ;
- Электродтардың байланыс детекторы;
- "Right leg Drive "кіріктірілген күшейткіш;
- Электрод көрсеткіштерімен синхрондалған жарық диоды;
- Шығу сигналы: аналогтық;
- Модуль өлшемдері: 36 мм*28 мм * 7 мм.

Arduino-ға оңай қосылу үшін Thermo Shield, Treme Power Shield, Motor Shield немесе tremaset Shield пайдаланыңыз.

Сенсор микроконтроллерге 5 GND, 3.3 V, OUTPUT, 1 0-, L 0+түйреуіштерін қолдана отырып қосылады.

ЭКГ ны алып тастау үшін электродтар суретке сәйкес денеге бекітіледі:



3.3 - сурет – Электродтардың денеге бекітілуі

ЭМГ үшін электродтар сіз қойған тапсырмаларға байланысты Қаңқа бұлшықеттерінің әртүрлі топтарына бекітіледі.

Ескерту:

Электродтарды дұрыс ретпен бекіту маңызды, әйтпесе сіз бұрмаланған сигнал аласыз.

Барлық электродтардың дұрыс орнатылғанына көз жеткізу үшін мультиметрді қолданып, тақтадағы 3,5 мм қосқыш түйреуіштерін және электродтардағы 3,5 мм штепсельдік түйреуіштерді шақыру ұсынылады. Егер сіз сымды электродтарды қолдансаңыз, оларды тақтадағы таңбалауға сәйкес дәнекерлеу керек.

3.3 ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек бақылау жүйесін жобалауды жүзеге асыру

Қуаттануы

Кіріс кернеуі 3,3 в Тұрақты ток, сенсордың 3.3 V және GND сымдарына беріледі.

Сенсор туралы толығырақ

Analog Devices әзірлеген AD8232 ЭКГ жүрек соғу жиілігі сенсоры 50 %неғам және ұқсас құрылғыларға қарағанда 20 пайызға аз энергияны пайдаланады. Ол AD8232 тақтасынан, электродтар жиынтығынан және оларды AD8232 тақтасына қосуға арналған кабельден тұрады.

Сенсор күшті кедергі жағдайында әлсіз биопотенциалды сигналдарды алуға, күшейтуге және сүзуге арналған. AD8232 Қос полюсті жоғары жиілікті сүзгіні және желінің шуын және басқа кедергілерді жою үшін көп полюсті төмен жиілікті сүзу технологиясын пайдалануға мүмкіндік беретін ажыратылмаған операциялық күшейткішті қамтиды. Осының арқасында сенсорды OUTPUT Түйреуіші арқылы осциллографқа тікелей қосуға болады.

Бұл сенсор электр өрісінің екі нүктесі (электродтар) арасындағы потенциалдар айырмасы тіркелген Қос полюсті қорғасын әдісі бойынша ЭКГ көрсеткіштерін алады. Бұл деректерді жүктемелер мен спортпен шұғылдану кезінде жүрекмовағын бақылау үшін, сондай-ақ жалпы кардиологиялық жүйенің жұмысын бақылау үшін пайдалануға болады.

Сонымен қатар, сенсор ЭМГ (электромиограмма) түсіре алады және алынған сигналды бионика мен протездеуде, виртуалды Джойстиктер мен пернетақталарды ойын тренажерларында басқаруда қолдануға болады.

Мысалдар:

Импульсті сериялық қосылыс арқылы плоттерге шығару.

Сенсордың түйреуіштерін қосу кестесі:

GND-Arduino UNO GND түйреуішіне қосылады.

3.3 V-3.3 V Arduino UNO түйреуішіне қосылады.

OUTPUT - Arduino UNO A0 түйреуішіне қосылады. Электродтардың сигналына жауап береді.

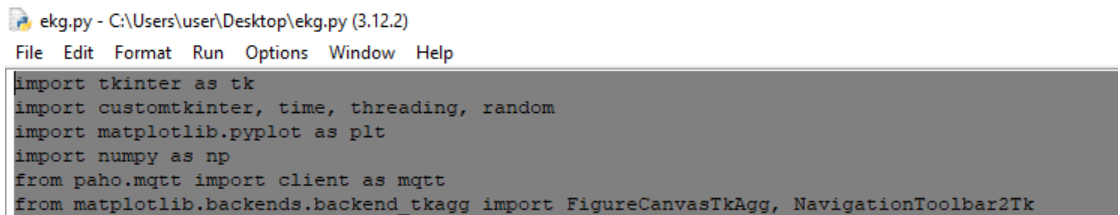
L0 - - Arduino UNO 11 түйреуішіне қосылады. Электродтардың байланыс детекторы (-)

L0+ - Arduino UNO 10 түйреуішіне қосылады. Электродтардың байланыс детекторы (+)

SDN-пайдаланылмайды.

Кодтың әр қадамын толығырақ қарастырайық:

Библиотекаларды импорттау



```
ekg.py - C:\Users\user\Desktop\ekg.py (3.12.2)
File Edit Format Run Options Window Help
import tkinter as tk
import customtkinter, time, threading, random
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from paho.mqtt import client as mqtt
from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg, NavigationToolbar2Tk
```

3.4 - сурет – Python кітапханасы tkinter

tkinter: бұл GUI (GUI) құруға арналған стандартты Python кітапханасы.

custom tkinter: бұл теңшелетін интерфейс элементтері бар Tkinter функционалдығын кеңейтетін пайдаланушы кітапханасы.

uaқыт: бұл кітапхана уақытпен жұмыс істеу үшін қолданылады.

threading: бір уақытта бірнеше тапсырманы орындауға мүмкіндік беретін көп ағынды кітапхана.

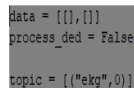
кездейсоқ: кездейсоқ сандарды жасау үшін қолданылады.

matplotlib.pyplot: Графиктер мен диаграммалар түрінде деректерді визуализациялауға арналған кітапхана.

numpy: массивтермен және математикалық операциялармен жұмыс істеуге арналған кітапхана.

paho.mqtt.клиент: MQTT протоколымен жұмыс істеуге арналған кітапхана (message Queuing Telemetry Transport), ол хабарлама брокері арқылы құрылғылар арасында хабар алмасу үшін қолданылады.

matplotlib.backends.backend_wxagg: Matplotlib графиктерін Tkinter интерфейсiне біріктіруге арналған кітапхана.



```
data = [[],[]]
process_died = False
topic = ["ekg", 0]
```

3.5 - сурет – Жаһандық айнымалылар

data: ЭКГ деректерін сақтауға арналған екі өлшемді массив. Әрбір ішкі массивтің бірінші элементі ЭКГ мәндерін, екінші элемент уақыт белгілерін білдіреді.

process_died: процестің аяқталғанын көрсететін жалауша.

topic: Mqtt клиенті ЭКГ деректерін алу үшін жазылатын MQTT тақырыбы.

ticker: уақыт немесе ЭКГ деректерін есептегіш.

Mapped функциясы: Бұл функция мәнді қабылдайды және оны бір ауқымнан екіншісіне масштабтайды.

```
def mapped(value, from_low, from_high, to_low, to_high):
    # Нормализация значения в диапазоне [0, 1]
    normalized_value = (value - from_low) / (from_high - from_low)
    # Преобразование нормализованного значения в целевой диапазон
    mapped_value = to_low + normalized_value * (to_high - to_low)
    return mapped_value
```

3.6 - сурет – Mapped функциясы

Update_data функциясы: Бұл функция ЭКГ деректерін жаңартады және оны деректер массивіне қосады. Ол сонымен қатар ticker уақыт есептегішін толықтырады.

```
def update_data(got):
    global data, ticker
    data[0].append(mapped(got, 0, 1024, 100, 0))
    data[1].append(ticker)
    ticker += 1
```

3.7 - сурет – Update_data функциясы

Connect_mqtt функциясы: Бұл функция MQTT клиентін жасайды және оған қосылады. Ол пайдаланушы аты мен құпия сөзді орнатады, қосылған кезде кері қоңырау функциясын анықтайды және берілген мекен-жай мен порт бойынша MQTT серверіне қосылады.

```
def connect_mqtt():
    def on_connect(client, userdata, flags, rc):
        pass
    client = mqtt.Client("PythonClient")
    client.username_pw_set("orkesha", "done")
    client.on_connect = on_connect
    client.connect("orkesha.cloud.shiftr.io", 1883)
    return client
```

3.8 - сурет – Connect_mqtt функциясы

Subscribe функциясы: Бұл функция MQTT тақырыбына жазылады және алынған хабарламаларды өңдейді. Егер хабарламада ЭКГ деректері болса, олар update_data функциясы арқылы жаңартылады. Егер хабарлама жаңа деректер жиынының басталуын көрсетсе (nulling == "1"), деректер жиыны жойылады.

```
def subscribe(client: mqtt):
    def getip(client, userdata, msg):
        global data, ticker
        if msg.topic == "ekg":
            datatemp = msg.payload.decode()
            nulling, gotdata = datatemp.split(":")
            update_data(int(gotdata))
            if nulling == "1":
                print("NULLING")
                data = [], []
                ticker = 0

    client.subscribe(topic)
    client.on_message = getip
```

3.9 - сурет – Subscribe функциясы

MQTT қосылымы және жазылым: Бұл жолдар MQTT клиентін жасайды және оған MQTT тақырыбына қол қояды.

```
client = connect_mqtt()
subscribe(client)
```

3.10 - сурет – MQTT қосылымы және жазылым

Tkinter интерфейсін құру: Бұл жол пайдаланушы кітапханасынан Tk класының данасын жасайды.

```
root = customtkinter.CTk()
customtkinter.set_appearance_mode("light")
root.geometry("1200x500+50+50")
root.title("SMART EKG MONITORLAU JOBASY")
```

3.11 - сурет – Tkinter интерфейсін құру

Графикті салу: Бұл жолдар графикалық стильді орнатады, график үшін пішін мен осьтер жасайды, data массивіне негізделген ЭКГ деректерінің графигін жасайды және оны Tkinter терезесінде көрсетеді.

```
def display():
    while True:
        if process_ded == True:
            break
        ax.cla()
        leng = len(data[0])
        if leng > 0:
            label.configure(text = " SKT: "+str(int(data[0][leng-1]))+ "          Пульс саны: " +str(minmax(data[0])), font=("Roboto", 28))
            ax.plot(data[1], data[0])
            ax.set_ylim(0, 100)
            ax.set_xlim(0, 128)
            canvas.draw()
```

3.12 - сурет – Графикті салу

Процестерді фондық режимде іске қосу: Бұл жолдар жеке ағындарда графикалық және MQTT дисплей функцияларын іске қосады.

```
threading.Thread(target=display, args=()).start()  
threading.Thread(target=mqtt, args=()).start()
```

3.13 - сурет - Процестерді фондық режимде іске қосу

Терезені жабуды өңдеу:

```
root.protocol("WM_DELETE_WINDOW", ded)  
root.mainloop()
```

Бұл жолдар терезенің жабылуын өңдеуге ded функциясын тағайындайды және интерфейсті көрсету және пайдаланушы тәжірибесін көрсету үшін tkinter оқиғаларын өңдеу циклін іске қосады.

Код толығымен келесі түрде көрінеді:

```
1 import tkinter as tk  
2 import customtkinter, time, threading, random  
3 import matplotlib.pyplot as plt  
4 import numpy as np  
5 from paho.mqtt import client as mqtt  
6 from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg,  
   NavigationToolbar2Tk  
7 data = [[],[]]  
8 process_ded = False  
9  
10 topic = ["ekg",0]  
11  
12  
13 def mapped(value, from_low, from_high, to_low, to_high):  
14     # Нормализация значения в диапазоне [0, 1]  
15     normalized_value = (value - from_low) / (from_high - from_low)  
16     # Преобразование нормализованного значения в целевой диапазон  
17     mapped_value = to_low + normalized_value * (to_high - to_low)  
18     return mapped_value
```

3.14 - сурет - tkinter оқиғаларын өңдеу цикл коды

```

23 def update_data(got):
24     global data, ticker
25     data[0].append(mapped(got, 0, 1024, 100, 0))
26     data[1].append(ticker)
27     ticker += 1
28
29
30
31 def connect_mqtt():
32     def on_connect(client, userdata, flags, rc):
33         pass
34         client = mqtt.Client("PythonClient")
35         client.username_pw_set("orkesha", "done")
36         client.on_connect = on_connect
37         client.connect("orkesha.cloud.shiftr.io", 1883)
38         return client
39
40 def subscribe(client: mqtt):
41     def getip(client, userdata, msg):
42         global data, ticker
43         if msg.topic == "ekg":
44             datatemp = msg.payload.decode()
45             nulling, gotdata = datatemp.split(":")
46             update_data(int(gotdata))
47             if nulling == "1":
48                 print("NULLING")
49                 data = [[],[]]
50                 ticker = 0
51
52
53         client.subscribe(topic)
54         client.on_message = getip
55
56
57 client = connect_mqtt()
58 subscribe(client)
59
60 def mqtt():
61     client.loop_forever()
62
63
64
65
66 root = customtkinter.CTk()
67 customtkinter.set_appearance_mode("light")
68 root.geometry("1200x500+50+50")
69 root.title("SMART EKG MONITORLAU JOBASY")
70
71 plt.style.use('seaborn-v0_8-darkgrid')
72
73 fig, ax = plt.subplots()
74
75 ax.plot(data[0], data[1])
76 canvas = FigureCanvasTkAgg(fig, root)
77 canvas.draw()
78 canvas.get_tk_widget().pack(fill=customtkinter.BOTH, expand=True)
79

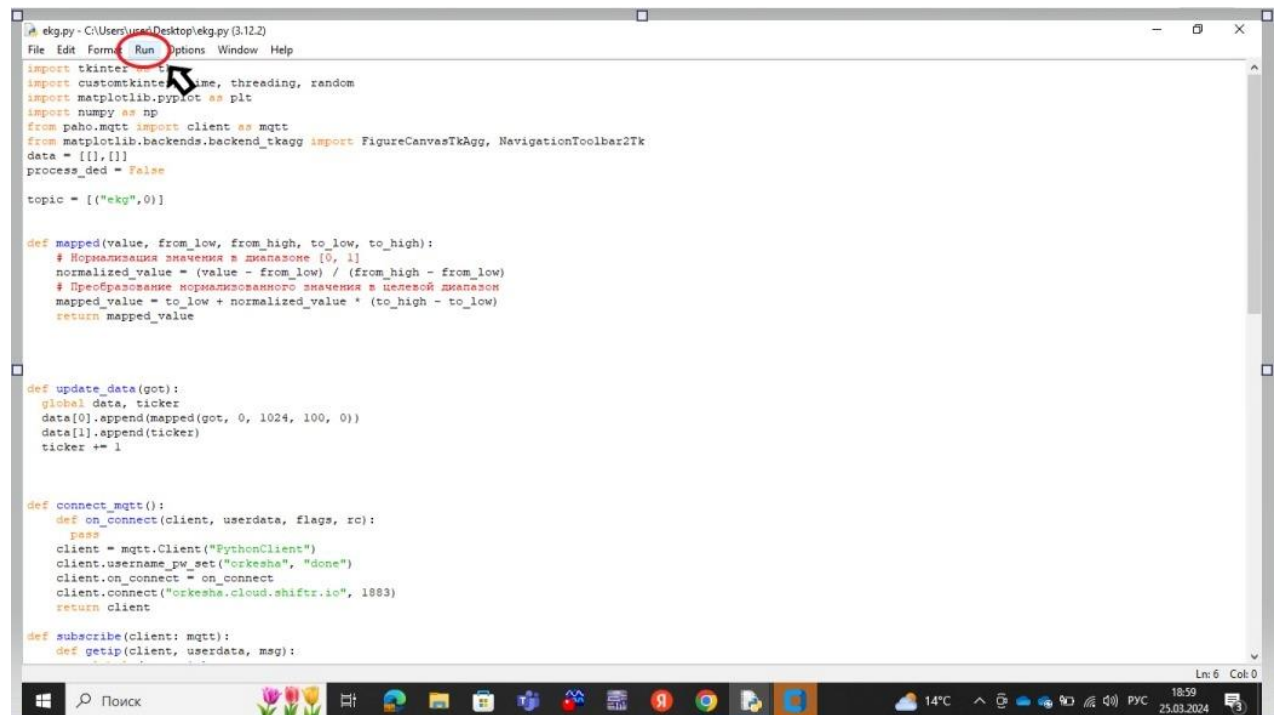
```

3.15 - сурет - tkinter оқиғаларын өңдеу цикл коды

```
80 ticker = 0
81
82
83 def display():
84     while True:
85         if process_ded == True:
86             break
87         ax.cla()
88         ax.plot(data[1], data[0])
89         ax.set_ylim(0, 100)
90         ax.set_xlim(0, 128)
91         canvas.draw()
92
93 threading.Thread(target=display, args=()).start()
94 threading.Thread(target=mqtt, args=()).start()
95
96
97 def ded():
98     global process_ded
99     process_ded = True
100     root.destroy()
101
102 root.protocol("WM_DELETE_WINDOW", ded)
103 root.mainloop()
104
```

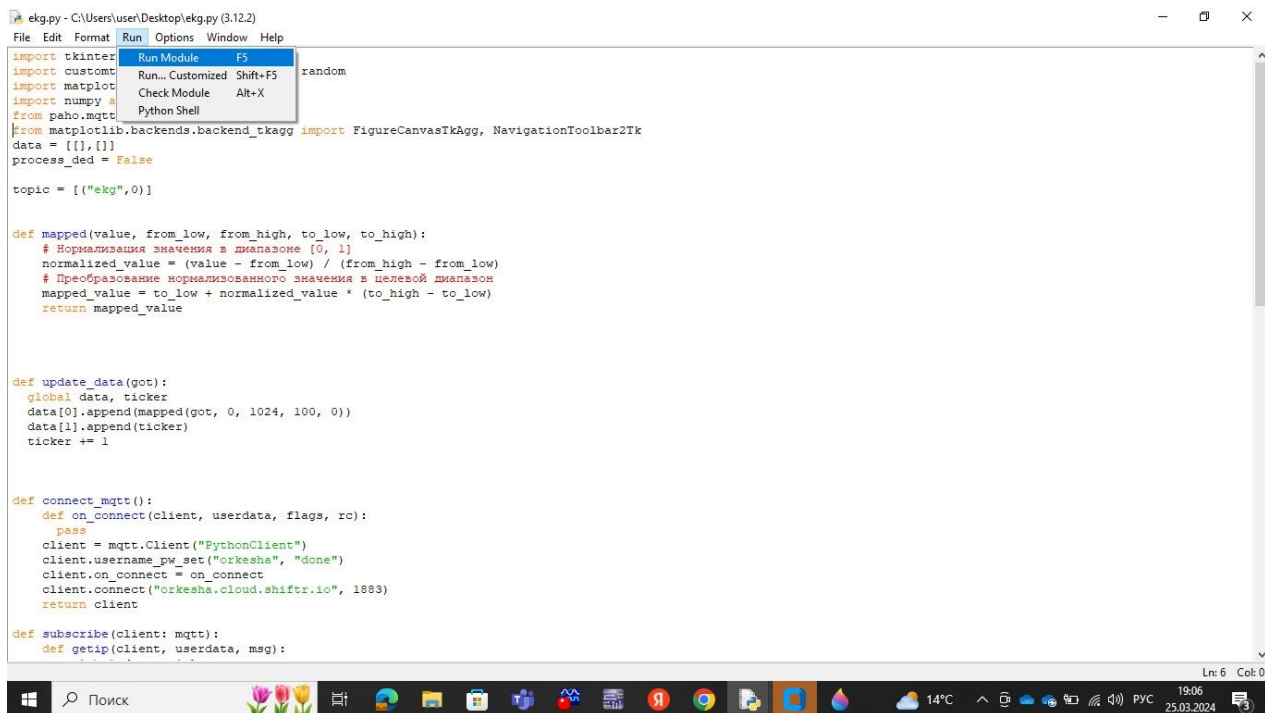
3.16 - сурет - tkinter оқиғаларын өңдеу цикл коды

Енді кодты іске қосайық:



3.17 - сурет - tkinter оқиғаларын өңдеу цикл кодының іске асырылуы

Ары қарай: Run батырмасын басамыз



```
ekg.py - C:\Users\user\Desktop\ekg.py (3.12.2)
File Edit Format Run Options Window Help
Run Module F5
Run... Customized Shift+F5
Check Module Alt+X
Python Shell

import tkinter
import customtkinter
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from paho.mqtt import client
from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg, NavigationToolbar2Tk

data = [[]]
process_ded = False

topic = [("ekg", 0)]

def mapped(value, from_low, from_high, to_low, to_high):
    # Нормализация значения в диапазоне [0, 1]
    normalized_value = (value - from_low) / (from_high - from_low)
    # Преобразование нормализованного значения в целевой диапазон
    mapped_value = to_low + normalized_value * (to_high - to_low)
    return mapped_value

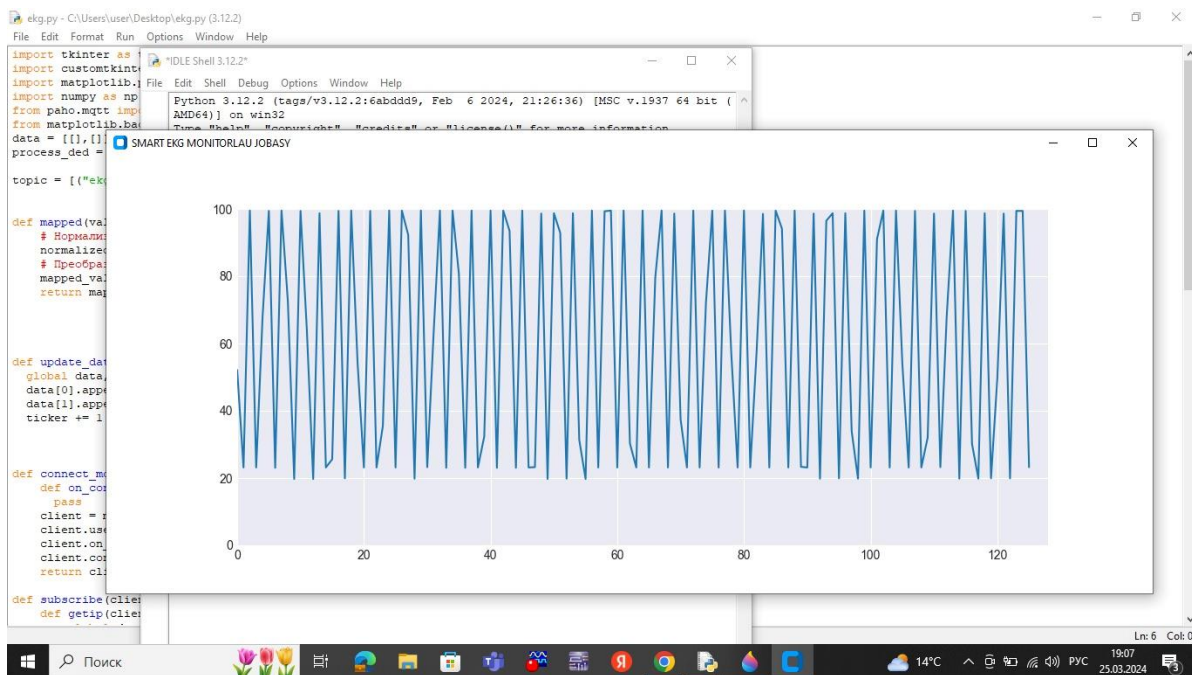
def update_data(got):
    global data, ticker
    data[0].append(mapped(got, 0, 1024, 100, 0))
    data[1].append(ticker)
    ticker += 1

def connect_mqtt():
    def on_connect(client, userdata, flags, rc):
        pass
    client = mqtt.Client("PythonClient")
    client.username_pw_set("orkesha", "done")
    client.on_connect = on_connect
    client.connect("orkesha.cloud.shiftr.io", 1883)
    return client

def subscribe(client: mqtt):
    def getip(client, userdata, msg):
```

3.18 - сурет - tkinter оқиғаларын өңдеуде Run батырмасын басу

Бұл код Tkinter кітапханасы мен Matplotlib көмегімен нақты уақыт режимінде ЭКГ деректерін көрсету үшін интерфейс жасайды және ЭКГ деректерін алу және графикті жанарту үшін MQTT брокеріне қосылады.



3.19 - сурет - ЭКГ графигі

ЭКГ графигі-уақыт өте келе жүректің электрлік белсенділігін бейнелеу. ЭКГ (электрокардиограмма) жүрек жұмыс істеп тұрған кезде пайда болатын электрлік сигналдарды өлшейді. Бұл сигналдар графикте көлденең ось бойынша уақыт шкаласы (әдетте миллисекунд немесе секунд) және тік ось бойынша сигнал амплитудасы (әдетте милливольт) арқылы көрсетіледі.

X осі нені білдіреді:

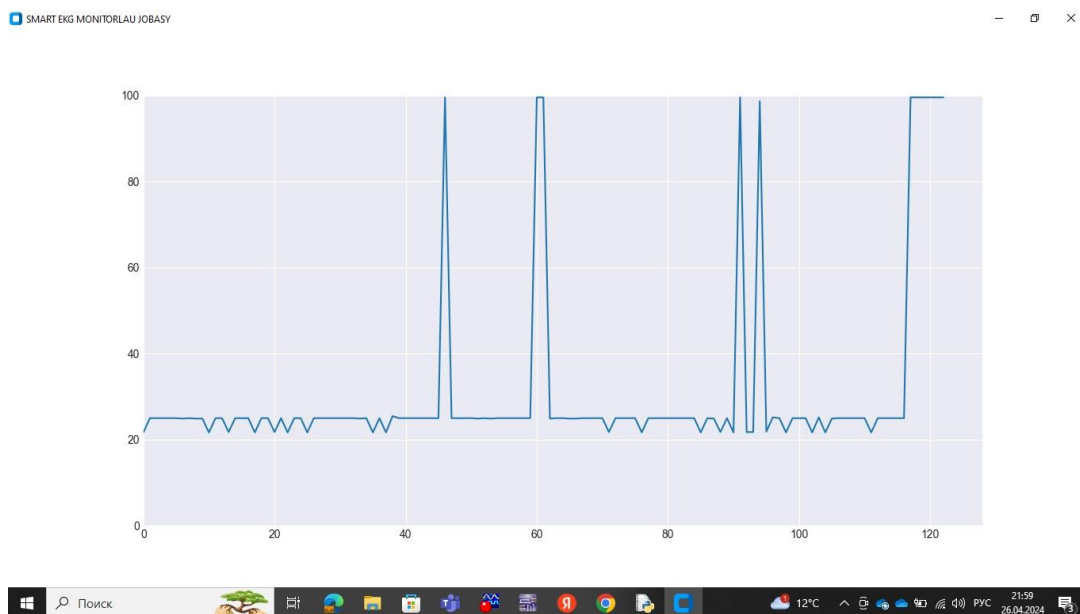
X осінде әдетте секундтармен немесе миллисекундтармен өлшенетін уақыт бар. Графиктегі әрбір нүкте ЭКГ сигналы алынып тасталатын жеке уақыт сегментін білдіреді. Әдетте, X осі сигналды жазудың басталу уақытын көрсетеді.

Y осі нені білдіреді:

Y осінде милливольтпен (mV) немесе микровольтпен (µV) өлшенетін сигнал амплитудасы бар. Бұл ось жүректің электрлік белсенділігіне байланысты кернеудің өзгеруін көрсетеді. P толқыны, QRS кешені және T толқыны сияқты ЭКГ сигналының әртүрлі бөліктері әртүрлі амплитудасы мен пішініне ие, бұл дәрігерлерге жүрек жұмысының әртүрлі аспектілерін зерттеуге мүмкіндік береді.

Графиктің өзі нені білдіреді:

Графиктің өзі белгілі бір уақыт аралығында жүректің электрлік белсенділігін көрсететін уақыт бойынша кернеудің (амплитудасының) өзгеруін көрсетеді. Кестенің пішіні мен сипаттамалары жүрек жағдайына және қандай да бір ауытқулар мен аурулардың болуына байланысты өзгеруі мүмкін.



3.20 - сурет - Ауыр брадикардияның ЭКГ кестесі

Ауыр брадикардия:

Ауыр брадикардияның ЭКГ кестесі жүрек соғу жиілігінің айтарлықтай баяулауымен және кейде тұрақты жүрек соғуының болмауымен сипатталады. R толқындары арасындағы аралықтар айтарлықтай артады және QRS кешенінің

пішіні бұрмалануы мүмкін. Ауыр брадикардия жүректің ауыр бұзылуының немесе патологияның белгісі болуы мүмкін.

Ауыр брадикардияның ЭКГ кестесі минутына 40 соққыдан аз жүрек соғу жиілігінің айтарлықтай баяулауын көрсетеді. Ауыр брадикардиядағы ЭКГ негізгі сипаттамаларына мыналар жатады:

1. R толқындары арасындағы ұзартылған интервалдар: R-R интервалдары айтарлықтай ұзарады, бұл сирек жүрек соғуын көрсетеді. Әдетте R-R аралығы шамамен 0.6-1.0 секундты құрайды (минутына 60-100 соққы), бірақ ауыр брадикардия кезінде бұл аралық 1.5-2 секундқа дейін немесе одан да көп болуы мүмкін.

2. QRS кешенінің пішіні мен енінің өзгеруі: брадикардияның кейбір түрлерінде, әсіресе өткізгіштік бұзылыстарымен байланысты болса, QRS кешені кеңейіп, бұрмалануы мүмкін. Бұл жүректің бітелуін көрсетуі мүмкін (мысалы, ГИС шоғырының аяқтарының бітелуі).

3. P - R интервалының бұзылуы: бірінші дәрежелі атриовентрикулярлық (AB) блокадада P-R интервалы ұзарады, бұл жүрекшелер мен қарыншалар арасындағы өткізгіштіктің баяулауын көрсетеді. AB блокадасының неғұрлым ауыр жағдайларында (екінші және үшінші дәреже) атриальды импульстар қарыншаларға берілмеуі мүмкін, бұл кейбір QRS кешендерінің болмауына әкеледі.

4. Асинхрондылық және жүрек соғу заңдылығының болмауы: брадикардияның кейбір түрлерінде, мысалы, синус түйінінің әлсіздік синдромы немесе толық AB блокадасы, жүрек соғысы тұрақты емес болады. Бұл жеке соққылардың пролапсы немесе жүрекшелер мен қарыншалар арасындағы толық асинхрондылық түрінде көрінуі мүмкін.

5. Миокард ишемиясының белгілері байқалуы мүмкін: ауыр брадикардия жүрек шығарылымының төмендеуіне және соның салдарынан тіндерге, соның ішінде миокардқа қан жеткіліксіз жеткізілуіне әкелуі мүмкін. ЭКГ-да бұл ST сегментінің депрессиясы немесе T толқынының инверсиясы түрінде көрінуі мүмкін.

Ауыр брадикардия дереу медициналық бағалауды және араласуды қажет етеді, өйткені бұл ауыр жүрек ауруларының белгісі болуы мүмкін, мысалы:

- Синус түйінінің әлсіздік синдромы: синус түйінінің қалыпты жүрек соғу жиілігін сақтай алмауымен сипатталады.

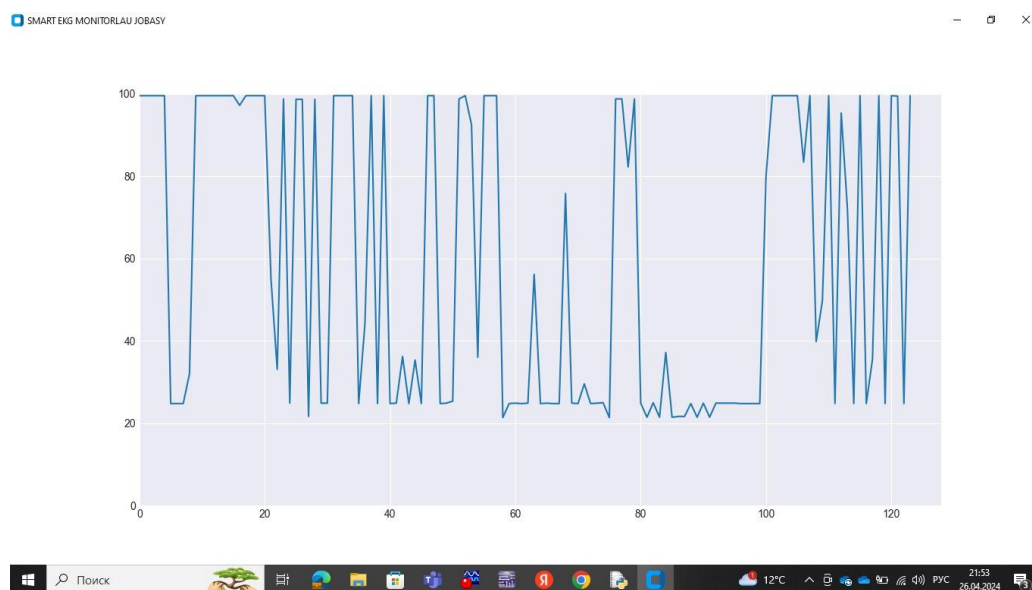
- Атриовентрикулярлық блокада: жүрекшелерден қарыншаларға импульстардың өткізгіштігінің бұзылуы.

- Миокард инфарктісі: әсіресе жүректің өткізгіш жүйесіне әсер ететін және брадикардияны тудыруы мүмкін төменгі инфаркт.

- Гипотиреоз: қалқанша безінің қызметі төмендейді, бұл барлық метаболикалық процестердің, соның ішінде жүрек соғу жиілігінің баяулауына әкеледі.

- Электролиттік бұзылулар: мысалы, жүректің электрлік белсенділігіне әсер етуі мүмкін гиперкалиемия.

Ауыр брадикардияны емдеу дәрі-дәрмек терапиясын, уақытша немесе тұрақты электрокардиостимуляцияны (кардиостимулятор) және жүрек ритмінің баяулауына себеп болған негізгі патологияны түзетуді қамтуы мүмкін.



3.21 - сурет - Жеңіл тахикардияның ЭКГ кестесі

Жеңіл тахикардия:

Жеңіл тахикардияның ЭКГ кестесі жеделдетілген жүрек соғу жылдамдығымен сипатталады, бірақ тахикардияға қарағанда аз дәрежеде. QRS кешенінің пішіні қалыпты болып қалуы мүмкін, бірақ R толқындары арасындағы аралықтар аздап қысқарады. Жеңіл тахикардия физикалық белсенділіктің, эмоционалды қозудың немесе кейбір физиологиялық процестердің салдары болуы мүмкін.

Жеңіл тахикардиядағы ЭКГ кестесі келесі белгілермен сипатталады:

1. Жеделдетілген жүрек соғу жиілігі: жеңіл тахикардиядағы жүрек соғу жиілігі минутына 100-ден 120 соққыға дейін. Бұл қалыпты жиіліктен асады (минутына 60-100 соққы), бірақ айқын тахикардия сияқты емес.

2. R толқындары арасындағы қысқартылған интервалдар: R-R интервалдары қысқарып, жүрек соғуын көрсетеді. Әдетте R-R аралығы шамамен 0.6-1.0 секундты құрайды, бірақ жеңіл тахикардиямен ол 0.5-0.6 секундқа дейін азаяды.

3. QRS кешенінің қалыпты түрі: QRS кешені әдетте қалыпты болып қалады (0.12 секундтан аз). Бұл қарыншалардың электрлік белсенділігі патологиясыз жүретінін көрсетеді.

4. Қалыпты P-R аралықтары: P-R аралықтары да қалыпты күйде қалады (0.12-0.20 секунд), бұл жүрекшелер мен қарыншалар арасындағы қалыпты өткізгіштікті көрсетеді.

Жеңіл тахикардия физиологиялық болуы мүмкін және әрқашан патологияны көрсетпейді. Жалпы себептерге мыналар жатады:

- Физикалық белсенділік: жаттығу кезінде және одан кейін жүрек бұлшықеттерді қажетті оттегімен және қоректік заттармен қамтамасыз ету үшін жылдамырақ соғады.

- Эмоционалды қозу немесе стресс: стресстік жағдайларға жауап ретінде дене адреналинді шығарады, бұл жүрек соғуын тездетеді.

- Физиологиялық процестер: жеңіл тахикардия тамақтанғаннан кейін, жылуға реакция нәтижесінде немесе дегидратация кезінде пайда болуы мүмкін.

Кейбір жағдайларда жеңіл тахикардия медициналық жағдайларға байланысты болуы мүмкін, мысалы:

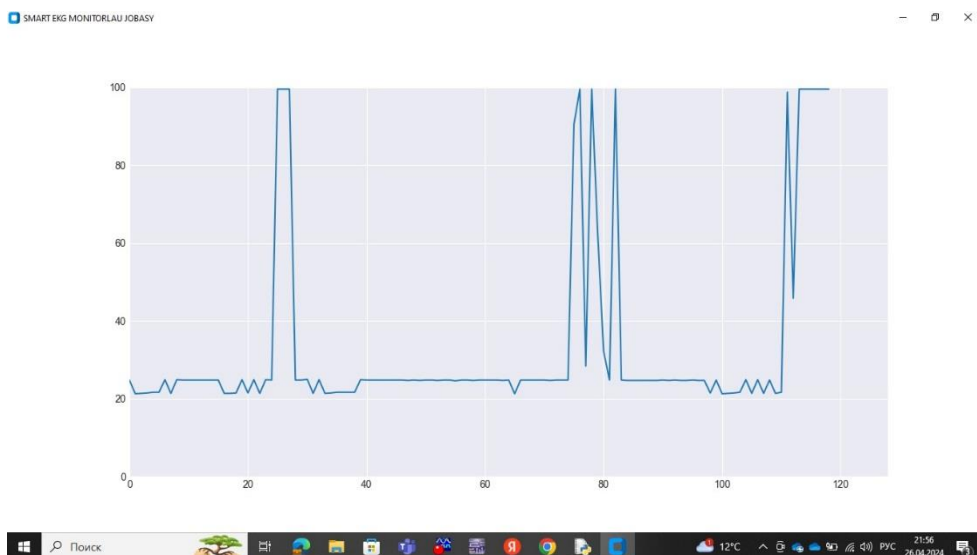
- Анемия: гемоглобин деңгейінің төмендеуі жүректің оттегінің жетіспеушілігін өтеу үшін тезірек жұмыс істеуіне әкеледі.

- Гипертиреоз: қалқанша безінің функциясының жоғарылауы метаболикалық процестердің жеделдеуіне және жүрек соғуының жоғарылауына әкеледі.

- Қызба: дене температурасының жоғарылауы дененің қалыпты температурасын ұстап тұру үшін жүректің қарқынды жұмысын қажет етеді.

- Кейбір дәрі-дәрмектерді қабылдау: адреналин, кофеин немесе амфетамин сияқты кейбір дәрі-дәрмектер жүрек соғуын тудыруы мүмкін.

Жеңіл тахикардия, егер ол физиологиялық себептерге байланысты болса және қоздырғыш фактор жойылғаннан кейін жойылса, әдетте емдеуді қажет етпейді. Алайда, егер тахикардия ұзақ уақыт сақталса немесе басқа белгілермен бірге жүрссе (бас айналу, енгігу, кеудедегі ауырсыну), мүмкін патологияларды болдырмау үшін дәрігерге бару керек.



3.22 - сурет - Брадикардияның ЭКГ кестесі

Брадикардия:

Брадикардияның ЭКГ кестесі жүрек соғу жиілігінің баяулауымен сипатталады. R толқындарының аралықтары ұлғаяды және QRS кешенінің пішіні әдетте сақталады. Брадикардия әртүрлі себептерге байланысты болуы мүмкін, соның ішінде физикалық белсенділіктің төмендеуі, кейбір дәрі-дәрмектер немесе жүрек патологиялары.

Брадикардияның ЭКГ кестесі келесі белгілермен сипатталады:

1. Жүрек соғу жиілігінің баяулауы: брадикардиядағы жүрек соғу жиілігі минутына 60 соққыдан аз. Бұл қалыпты диапазоннан едәуір аз (минутына 60-100 соққы).

2. R толқындары арасындағы кеңейтілген интервалдар: R-R интервалдары ұлғаяды, бұл жүрек соғуының баяулауын көрсетеді. Мысалы, жүрек соғу жиілігі минутына 50 соққы болса, R-R аралығы шамамен 1.2 секунд болады.

3. QRS кешенінің қалыпты түрі: QRS кешені әдетте пішіні мен ұзақтығы бойынша қалыпты болып қалады (0.12 секундтан аз). Бұл электрлік импульстардың жүрек қарыншалары арқылы қалыпты өтуін көрсетеді.

Брадикардияның көптеген себептері болуы мүмкін, соның ішінде:

1. Физиологиялық себептер:

- Дене белсенділігінің төмендеуі: жаттығылған спортшылардың демалуында брадикардия жиі кездеседі, өйткені олардың жүректері тиімдірек жұмыс істейді.

- Ұйқы: ұйқы кезінде жүрек соғу жиілігі табиғи түрде баяулайды.

2. Кейбір дәрі-дәрмектерді қабылдау:

- Бета-блокаторлар: гипертония мен жүрек ауруларын емдеу үшін қолданылатын препараттар жүрек соғу жиілігін төмендетуі мүмкін.

- Аритмияға қарсы препараттар: жүрек ритмін реттейтін дәрілер де жүрек соғу жиілігінің баяулауына әкелуі мүмкін.

3. Жүрек патологиясы:

- Синус түйінінің әлсіздік синдромы: жүрек ритмінің табиғи жүргізушісі болып табылатын синус түйінінің дұрыс жұмыс істемеуі.

- Атриовентрикулярлық (АВ) блокада: жүрекшелер мен қарыншалар арасындағы электрлік импульстардың өткізілуінің бұзылуы.

- Миокард инфарктісі: жүрек бұлшықетінің зақымдануы, әсіресе импульстарды өткізуге жауапты аймақта.

4. Басқа медициналық жағдайлар:

- Гипотиреоз: қалқанша безінің жұмысының төмендеуі, метаболизмнің баяулауы, демек, жүрек соғу жиілігі.

- Гипотермия: дене температурасының төмендеуі барлық физиологиялық процестердің, соның ішінде жүрек соғуының баяулауына әкеледі.

Брадикардия қалыпты физиологиялық құбылыс немесе ауыр медициналық мәселелердің белгісі болуы мүмкін. Брадикардия бас айналу, әлсіздік, естен тану немесе кеудедегі ыңғайсыздық сияқты белгілермен бірге

жүретін жағдайларда егжей-тегжейлі тексеру жүргізу және қажетті емдеуді анықтау үшін дәрігермен кеңесу керек.



3.23 - сурет - Тахикардияның ЭКГ кестесі

Тахикардия:

Тахикардияның ЭКГ кестесі QRS кешенінің әдеттегі түрімен жеделдетілген жүрек соғу жылдамдығымен сипатталады. R толқындарының аралықтары азаяды деп күтілуде және сигнал амплитудасы шамамен тұрақты болып қалуы мүмкін. Тахикардия физикалық белсенділіктен, стресстен, қозудан немесе жүректің патологиялық жағдайынан туындауы мүмкін екенін ескеру маңызды.

Жалпы, ЭКГ кестесін талдау медицина мамандарына жүрек жұмысын бағалауға, аритмия сияқты ауытқулардың бар-жоғын анықтауға және жүрек ауруын диагностикалауға мүмкіндік береді.

Тахикардиядағы ЭКГ кестесі келесі белгілермен сипатталады:

1. Жүрек соғу жиілігі (жүрек соғу жиілігі): тахикардия кезіндегі жүрек соғу жиілігі минутына 100 соққыдан асады. Бұл қалыпты диапазоннан едәуір жоғары (минутына 60-100 соққы).

2. QRS кешенінің типтік түрі: QRS кешені қалыпты пішіні мен ұзақтығын сақтайды (0.12 секундтан аз). Бұл қарыншалардың электрлік белсенділігі қалыпты түрде жүретінін көрсетеді.

3. R толқындары арасындағы қысқартылған интервалдар: R-R интервалдары азаяды, бұл жүрек соғуын көрсетеді. Мысалы, жүрек соғу жиілігі минутына 120 соққы болса, R-R аралығы шамамен 0,5 секунд болады.

4. Сигналдың тұрақты амплитудасы: ЭКГ-дағы QRS кешенінің және басқа толқындардың амплитудасы шамамен тұрақты болып қалады, бұл жүректің электрлік белсенділігінің тұрақтылығын көрсетеді.

Тахикардия әртүрлі факторлардан туындауы мүмкін, соның ішінде:

1. Физиологиялық себептер:

- Физикалық белсенділік: бұлшықеттерді оттегімен және қоректік заттармен қамтамасыз ету үшін жаттығу кезінде және одан кейін жүрек соғу жиілігінің жоғарылауы.

- Стресс және эмоционалды қозу: стресстік жағдайларға жауап ретінде адреналиннің бөлінуі жүрек соғуын тездетеді.

- Кофеин және никотин: бұл стимуляторларды қолдану жүрек соғу жиілігін уақытша жоғарылатуы мүмкін.

2. Патологиялық жағдайлар:

- Жүрек ауруы: мысалы, жүректің ишемиялық ауруы, жүрек жеткіліксіздігі немесе кардиомиопатия тахикардияны тудыруы мүмкін.

- Гипертиреоз: қалқанша безінің функциясының жоғарылауы метаболизм мен жүрек соғу жылдамдығын арттырады.

- Анемия: гемоглобиннің жетіспеушілігі қандағы оттегінің жетіспеушілігін өтеу үшін жедел жүрек соғуына әкеледі.

- Қызба: дене температурасының жоғарылауы қалыпты температураны ұстап тұру үшін жүректің қарқынды жұмысын қажет етеді.

ЭКГ жүрек-қан тамырлары ауруларын диагностикалау мен бақылауда маңызды құрал болып табылады, бұл дәрігерлерге пациентті емдеу және басқару туралы негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі.

3.4 Жобаның нәтижелері

Біз жүйені ЭКГ сенсоры және atmega AVR микроконтроллері сияқты аппараттық компоненттерді, сондай-ақ деректерді визуализациялау және талдау үшін matplotlib, tkinter кітапханасын пайдаланып Python бағдарламалау тілінде жазылған бағдарламалық жасақтаманы қолдана отырып жасадық.

Жүйенің негізгі компоненттері:

Жүректің электрлік белсенділігін өлшеуге арналған ЭКГ сенсоры.

ЭКГ сигналын сканерлеуге және деректерді талдауға арналған Микроконтроллер.

Wi-Fi модулі және iotgesco интерфейсі арқылы деректерді тасымалдауға арналған IoT жүйесі.

Деректерді өңдеуге және графикалық визуализацияға арналған Python негізіндегі бағдарламалық жасақтама.

Жоба нәтижелері:

Біз ЭКГ сигналдарын үздіксіз бақылауға және талдауға қабілетті жүрек белсенділігін бақылау жүйесін сәтті жүзеге асырдық. ЭКГ кестесі нақты уақыт режимінде көрсетіледі, бұл дәрігерлер мен пациенттерге жүрек белсенділігіндегі өзгерістерді визуализациялауға мүмкіндік береді.

Жүйенің артықшылықтары:

Жүйе жүрек белсенділігін үздіксіз бақылауды қамтамасыз етеді, бұл ауытқуларды анықтауға және оларға уақтылы жауап беруге мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек белсенділігін бақылау жүйесін әзірлеу қазіргі медицинадағы маңызды қадам болып табылады. Бұл жүйе пациенттердегі жүрек жүйесінің жағдайын үздіксіз бақылаудың инновациялық шешімі болып табылады. Жобаны іске асыру барысында мынадай нәтижелер мен қорытындыларға қол жеткізілді:

Жүйенің мүмкіндіктері: жүйе пациенттің жүрегінің электрлік белсенділігін үздіксіз бақылауға және аритмия немесе басқа жүрек аурулары сияқты ықтимал ауытқулар туралы ескертуге мүмкіндік береді. IoT технологиясын пайдалану деректерге қашықтан қол жеткізуді және пациенттің жағдайының өзгеруіне жедел жауап беру мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Жүйенің артықшылықтары: нақты уақыттағы жүрек белсенділігін бақылау дәрігерлер мен медициналық қызметкерлерге пациенттің жағдайындағы өзгерістерге тез жауап беруге және тиісті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жүйе пациенттерге олардың денсаулығын бақылауға және уақтылы күтім бойынша ұсыныстар алуға мүмкіндік беретін ыңғайлылықты қамтамасыз етеді.

Қосымша перспективалар: жүйені одан әрі дамыту аномалияларды дәлірек анықтау үшін деректерді талдау алгоритмдерін жақсартуды, денсаулықтың қосымша көрсеткіштерін қосу үшін жүйенің функционалдығын кеңейтуді және басқа медициналық құрылғылармен және жүйелермен біріктіруді қамтуы мүмкін.

Жобаның маңыздылығы: IoT негізіндегі жүрек белсенділігін бақылау жүйесін әзірлеу қазіргі заманғы медицина үшін үлкен маңызға ие. Бұл жүрек-қан тамырлары ауруларын диагностикалау мен емдеуді жақсартуға, сондай-ақ жүрек ауытқуларын ерте анықтау мен бақылауды қамтамасыз ету арқылы пациенттердің өмір сүру сапасын жақсартуға ықпал етеді.

Тұтастай алғанда, ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек белсенділігін бақылау жүйесін әзірлеу жобасы заманауи медицинаны дамыту жолындағы маңызды қадам болып табылады және жүрек-қан тамырлары ауруларын бақылау мен емдеудің тиімділігін айтарлықтай арттыра алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] Heaney, J.; Buick, J.; Hadi, M.U.; Soin, N. Internet of Things-Based ECG and Vitals Healthcare Monitoring System. *Micromachines* **2022**, *13*, 2153. <https://doi.org/10.3390/mi13122153>;
- [2] Chhabra, Mehak & Kalsi, Manik. (2017). Real Time ECG monitoring system based on Internet of Things (IoT). *7*. 547-550.
- [3] A. F. Ghifari and R. S. Perdana, "Minimum System Design of The IoT-Based ECG Monitoring," *2020 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, Bandung, Indonesia, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICISS50791.2020.9307590.
- [4] A. Rahman, T. Rahman, N. H. Ghani, S. Hossain and J. Uddin, "IoT Based Patient Monitoring System Using ECG Sensor," *2019 International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST)*, Dhaka, Bangladesh, 2019, pp. 378-382, doi: 10.1109/ICREST.2019.8644065.
- [5] Swaroop, K.N.; Chandu, K.; Gorrepotu, R.; Deb, S. A Health Monitoring System for Vital Signs Using IoT. *Internet Things* 2019, *5*, 116–129. [CrossRef]
- [6] Thwaites, C.L.; Ngoc Dinh, M.; Nygate, J.; Hoang Minh Tu, V.; van Cuong, N.; Anh, T.T.; McBride, A.; Huynh, T.; Chau, N.H.; Lãm, H.M.; et al. New Technologies to Improve Healthcare in Low- and Middle-Income Countries: Global Grand Challenges Satellite Event, Oxford University Clinical Research Unit, Ho Chi Minh City, 17th-18th September 2019. *Wellcome Open Res.* 2020, *5*, 17–18. [CrossRef]
- [7] Soin, N.; Fishlock, S.J.; Kelsey, C.; Smith, S. Triboelectric Effect Enabled Self-Powered, Point-of-Care Diagnostics: Opportunities for Developing ASSURED and REASSURED Devices. *Micromachines* 2021, *12*, 337. [CrossRef] [PubMed]
- [8] Cardiovascular Diseases. Available online: https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1 (accessed on 15 July 2022).
- [9] Roth, G.A.; Johnson, C.O.; Abate, K.H.; Abd-Allah, F.; Ahmed, M.; Alam, K.; Alam, T.; Alvis-Guzman, N.; Ansari, H.; Ärnlöv, J.; et al. The Burden of Cardiovascular Diseases Among US States, 1990-2016. *JAMA Cardiol.* 2018, *3*, 375–389. [CrossRef]
- [10] Mozaffarian, D.; Benjamin, E.J.; Go, A.S.; Arnett, D.K.; Blaha, M.J.; Cushman, M.; de Ferranti, S.; Després, J.P.; Fullerton, H.J.; Howard, V.J.; et al. Executive Summary: Heart Disease and Stroke Statistics-2015 Update: A Report from the American Heart Association. *Circulation* 2015, *131*, 434–441. [CrossRef]
- [11] Nichols, M.; Townsend, N.; Scarborough, P.; Rayner, M. Cardiovascular Disease in Europe 2014: Epidemiological Update. *Eur. Heart J.* 2014, *35*, 2950–2959. [CrossRef] [PubMed]
- [12] Anand, S.; Bradshaw, C.; Prabhakaran, D. Prevention and Management of CVD in LMICs: Why Do Ethnicity, Culture, and Context Matter? *BMC Med.* 2020, *18*, 7. [CrossRef]
- [13] Navarro, C.; Fishlock, S.J.; Steele, D.N.; Puttaswamy, S.V.; Lubarsky, G.; Raj, S.; McLaughlin, J. A Point-of-Care Measurement of NT-ProBNP for Heart Failure Patients. *IEEE Access* 2020, *8*, 138973–138983. [CrossRef]

- [14] Faruk, N.; Abdulkarim, A.; Emmanuel, I.; Folawiyo, Y.Y.; Adewole, K.S.; Mojeed, H.A.; Oloyede, A.A.; Olawoyin, L.A.; Sikiru, I.A.; Nehemiah, M.; et al. A Comprehensive Survey on Low-Cost ECG Acquisition Systems: Advances on Design Specifications, Challenges and Future Direction. *Biocybern. Biomed. Eng.* 2021, 41, 474–502. [CrossRef]
- [15] Chamadiya, B.; Mankodiya, K.; Wagner, M.; Hofmann, U.G. Textile-Based, Contactless ECG Monitoring for Non-ICU Clinical Settings. *J. Ambient. Intell. Humaniz. Comput.* 2013, 4, 791–800. [CrossRef]
- [16] Kwon, J.M.; Jeon, K.H.; Kim, H.M.; Kim, M.J.; Lim, S.M.; Kim, K.H.; Song, P.S.; Park, J.; Choi, R.K.; Oh, B.H. Comparing the Performance of Artificial Intelligence and Conventional Diagnosis Criteria for Detecting Left Ventricular Hypertrophy Using Electrocardiography. *EP Eur.* 2020, 22, 412–419. [CrossRef] [PubMed]
- [17] Siva Nagendra Reddy, P.; Vishnu Vardhan, D.; Tharun Kumar Reddy, K.; Ajay Kumar Reddy, P. An IoT-Based Low-Cost Weather Monitoring and Alert System Using Node MCU. *Smart Innov. Syst. Technol.* 2018, 77, 265–274. [CrossRef]
- [18] Hutchison, A.W.; Malaiapan, Y.; Jarvie, I.; Barger, B.; Watkins, E.; Braitberg, G.; Kambourakis, T.; Cameron, J.D.; Meredith, I.T. Prehospital 12-Lead ECG to Triage ST-Elevation Myocardial Infarction and Emergency Department Activation of the Infarct Team Significantly Improves Door-to-Balloon Times: Ambulance Victoria and Monash Heart Acute Myocardial Infarction (MonAMI) 12-Lead ECG Project. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2009, 2, 528–534. [CrossRef]
- [19] Fensli, R.; Gunnarson, E.; Gundersen, T. A Wearable ECG-Recording System for Continuous Arrhythmia Monitoring in a Wireless Tele-Home-Care Situation. In Proceedings of the 18th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, Dublin, Ireland, 23–24 June 2005; pp. 407–412. [CrossRef]
- [20] Gionfriddo, W.J.; Laidlaw, D.W.; Mark Estes, N.A. Ambulatory Electrocardiography. In *Cardiology Procedures*; Springer: Cham, Switzerland, 2022; pp. 159–167. [CrossRef]
- [21] Petrenas, A.; Marozas, V.; Jaruševičius, G.; Sörnmo, L. A Modified Lewis ECG Lead System for Ambulatory Monitoring of Atrial Arrhythmias. *J. Electrocardiol.* 2015, 48, 157–163. [CrossRef] [PubMed]
- [22] Elgendi, M.; Al-Ali, A.; Mohamed, A.; Ward, R. Improving Remote Health Monitoring: A Low-Complexity ECG Compression Approach. *Diagnostics* 2018, 8, 10. [CrossRef]
- [23] Guan, K.; Shao, M.; Wu, S. A Remote Health Monitoring System for the Elderly Based on Smart Home Gateway. *J. Healthc. Eng.* 2017, 2017, 5843504. [CrossRef] [PubMed]
- [24] Selvaraj, S.; Sundaravaradhan, S. Challenges and Opportunities in IoT Healthcare Systems: A Systematic Review. *SN Appl. Sci.* 2020, 2, 1–8. [CrossRef]
- [25] Mamdiwar, S.D.; Akshith, R.; Shakruwala, Z.; Chadha, U.; Srinivasan, K.; Chang, C.Y. Recent Advances on IoT-Assisted Wearable Sensor Systems for Healthcare Monitoring. *Biosensors* 2021, 11, 372. [CrossRef] [PubMed]

- [26] Serhani, M.A.; El Kassabi, H.T.; Ismail, H.; Navaz, A.N. ECG Monitoring Systems: Review, Architecture, Processes, and Key Challenges. *Sensors* 2020, 20, 1796. [CrossRef] [PubMed]
- [27] Vuorinen, T.; Noponen, K.; Vehkaoja, A.; Onnia, T.; Laakso, E.; Leppänen, S.; Mansikkamäki, K.; Seppänen, T.; Mäntysalo, M. Validation of Printed, Skin-Mounted Multilead Electrode for ECG Measurements. *Adv. Mater. Technol.* 2019, 4, 1900246. [CrossRef]
- [28] Lv, W.; Guo, J. Real-Time ECG Signal Acquisition and Monitoring for Sports Competition Process Oriented to the Internet of Things. *Measurement* 2021, 169, 108359. [CrossRef]
- [29] Carney, R.M.; Freedland, K.E.; Steinmeyer, B.C.; Rubin, E.H.; Stein, P.K.; Rich, M.W. Nighttime Heart Rate Predicts Response to Depression Treatment in Patients with Coronary Heart Disease. *J. Affect. Disord.* 2016, 200, 165–171. [CrossRef]
- [30] Valenza, G.; Nardelli, M.; Lanata, A.; Gentili, C.; Bertschy, G.; Kosel, M.; Scilingo, E.P. Predicting Mood Changes in Bipolar Disorder Through Heartbeat Nonlinear Dynamics. *IEEE J. Biomed. Health Inform.* 2016, 20, 1034–1043. [CrossRef] [PubMed]
- [31] Babusiak, B.; Borik, S.; Smondrk, M. Two-Electrode ECG for Ambulatory Monitoring with Minimal Hardware Complexity. *Sensors* 2020, 20, 2386. [CrossRef]
- [32] Pitman, B.M.; Chew, S.-H.; Wong, C.X.; Jaghoori, A.; Iwai, S.; Thomas, G.; Chew, A.; Sanders, P.; Lau, D.H. Performance of a Mobile Single-Lead Electrocardiogram Technology for Atrial Fibrillation Screening in a Semirural African Population: Insights from “The Heart of Ethiopia: Focus on Atrial Fibrillation” (TEFF-AF) Study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021, 9, e24470. [CrossRef]
- [33] Soni, A.; Earon, A.; Handorf, A.; Fahey, N.; Talati, K.; Bostrom, J.; Chon, K.; Napolitano, C.; Chin, M.; Sullivan, J.; et al. High Burden of Unrecognized Atrial Fibrillation in Rural India: An Innovative Community-Based Cross-Sectional Screening Program. *JMIR Public Health Surveill.* 2016, 2, e6517. [CrossRef]
- [34] Singh, B.N.; Tiwari, A.K. Optimal Selection of Wavelet Basis Function Applied to ECG Signal Denoising. *Digit. Signal Processing* 2006, 16, 275–287. [CrossRef]
- [35] Raja, K.; Saravanan, S.; Anitha, R.; Priya, S.S.; Subhashini, R. Design of a Low Power ECG Signal Processor for Wearable Health System-Review and Implementation Issues. In *Proceedings of the 2017 11th International Conference on Intelligent Systems and Control, ISCO 2017, Coimbatore, India, 5–6 February 2017*; pp. 383–387. [CrossRef]
- [36] Gifari, M.W.; Zakaria, H.; Mengko, R. Design of ECG Homecare:12-Lead ECG Acquisition Using Single Channel ECG Device Developed on AD8232 Analog Front End. In *Proceedings of the 5th International Conference on Electrical Engineering and Informatics: Bridging the Knowledge between Academic, Industry, and Community, ICEEI 2015, Denpasar, Indonesia, 10–11 August 2015*; pp. 371–376. [CrossRef]

- [37] Agung, M.A. Basari 3-Lead Acquisition Using Single Channel ECG Device Developed on AD8232 Analog Front End for Wireless ECG Application. AIP Conf. Proc. 2017, 1817, 040015. [CrossRef]
- [38] Iskandar, W.J.; Roihan, I.; Koestoer, R.A. Prototype Low-Cost Portable Electrocardiogram (ECG) Based on Arduino-Uno with Bluetooth Feature. AIP Conf. Proc. 2019, 2193, 050019. [CrossRef]
- [39] Single-Lead, Heart Rate Monitor Front End. Available online: www.analog.com (accessed on 16 July 2022).
- [40] HM301D-Diagnostic Quality Acquisition System for Bio-Electric Sensors and Bio-Impedance Measurements-STMicroelectronics. Available online: <https://www.st.com/en/data-converters/hm301d.html> (accessed on 16 July 2022).
- [41] ADS1191 Data Sheet, Product Information and Support|TI.Com. Available online: <https://www.ti.com/product/ADS1191> (accessed on 16 July 2022).
- [42] Dioren Rumpa, L.; Suluh, S.; Hendrika Ramopoly, I.; Jefriyanto, W. Development of ECG Sensor Using Arduino Uno and E-Health Sensor Platform: Mood Detection from Heartbeat. J. Phys. Conf. Ser. 2020, 1528, 012043. [CrossRef]
- [43] Güvenç, H. Wireless ECG Device with Arduino. In Proceedings of the TIPTEKNO 2020-Tip Teknolojileri Kongresi-2020 Medical Technologies Congress, TIPTEKNO 2020, Antalya, Turkey, 19–20 November 2020. [CrossRef]
- [44] Bravo-Zanoguera, M.; Cuevas-González, D.; Reyna, M.A.; García-Vázquez, J.P.; Avitia, R.L. Fabricating a Portable ECG Device Using AD823X Analog Front-End Microchips and Open-Source Development Validation. Sensors 2020, 20, 5962. [CrossRef] [PubMed]
- [45] Tătaru, A.I. Drugă; CN Designing and Realization an ECG Based the Arduino Mega 2560 Development Board. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2019, 568, 012081. [CrossRef]
- [46] Digital Non-Contact Infrared Thermometer (MLX90614) #Melexis. Available online: <https://www.melexis.com/en/product/mlx90614/digital-plug-play-infrared-thermometer-to-can> (accessed on 16 July 2022).
- [47] Marques, G.; Pitarma, R. Non-Contact Infrared Temperature Acquisition System Based on Internet of Things for Laboratory Activities Monitoring. Procedia Comput. Sci. 2019, 155, 487–494. [CrossRef]
- [48] Jin, G.; Zhang, X.; Fan, W.; Liu, Y.; He, P. Design of Non-Contact Infra-Red Thermometer Based on the Sensor of MLX90614. Open Autom. Control. Syst. J. 2015, 7, 8–20. [CrossRef]
- [49] MAX30100 Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health|Maxim Integrated. Available online: <https://www.maximintegrated.com/en/products/sensors/MAX30100.html> (accessed on 16 July 2022).

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТІРЛІГІ
Қ.И.СӘТБАЕВ ат. ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ
Дипломдық жұмыс

Шалқар Дәмелі Қонысбайқызы

6B06201-Телекоммуникация білім беру бағдарламасы

Тақырыбына: «ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек ақауларын бақылау жүйесі».

Орындалды:

а) графикалық бөлім 56 парақ;

б) түсініктеме 5 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек ақауларын бақылау жүйесін жобалау қарастырылған.

Дипломдық жұмыс үш бөлімнен тұрады. Алғашқы бөлімде медицинада цифрлық технологияларды қолдану, кардиохирургиялық оңалтуға байланысты соңғы жылдардағы өзекті әдебиеттерге шолу жүргізілген. Екінші бөлімде медициналық мониторингті жақсарту үшін IoT технологияларын пайдалану және ЭКГ мониторинг жүйесін әзірлеулеу үшін қажет құрылғылар талданған. Үшінші бөлімде IoT негізіндегі ЭКГ көмегімен жүрек қызметін бақылау жүйесі әзірленді.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер жүрек белсенділігін анықтауға және мүмкін болатын жүрек ауруларының алдын алуға жауап береді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жобаға “95” (өте жақсы) деген баға, ал студент Шалқар Дәмелі 6B06201-Телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша «ақпараттық коммуникациялық технологиялар бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынамын.

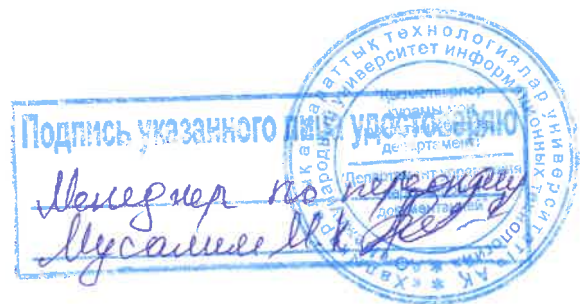
Рецензент

Халықаралық IT университеті

т.ғ.к., қауымдастырылған профессоры

 Л.Илипбаева

«30» 05 2024ж.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТІРЛІГІ
Қ.И.СӘТБАЕВ ат. ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

Шалқар Дәмелі Қонысбайқызы

6B06201-Телекоммуникация білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: «ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек ақауларын бақылау жүйесі»

ЭКГ көмегімен IoT негізіндегі жүрек белсенділігін бақылау жүйесін әзірлеу қазіргі медицинадағы маңызды қадам болып табылады. Бұл дипломдық жоба пациенттердегі жүрек жүйесінің жағдайын бақылай отырып жүрек ауытқуларының алдын алуға бағытталған.

Дипломдық жұмыс үш бөлімнен тұрады. Алғашқы бөлімде медицинада цифрлық технологияларды қолдану, кардиохирургиялық оңалтуды жалпы денсаулық сақтау жүйесіне қажет құрылғыларға байланысты соңғы жылдардағы өзекті әдебиеттерге шолу жүргізілген. Екінші бөлімде медициналық мониторингті жақсарту үшін IoT технологияларын пайдалану және ЭКГ мониторинг жүйесін әзірлеу үшін қажет құрылғылар талданған. Үшінші бөлімде IoT негізіндегі ЭКГ көмегімен жүрек қызметін бақылау жүйесі ұсынылып, пациенттің жүрек белсенділігін үздіксіз бақылауға арналған мониторинг жүйесі әзірленген.

Дипломдық жұмысты жазу барысында Шалқар Дәмелі еңбекқорлық және жоғары жауапкершілік танытып, жетекші тарапынан қойылған тапсырмаларды уақытылы орындап, берілген сындарды ескеріп, тиісті нәтижелерді алды деп ойлаймын.

Жалпы дипломдық жұмысты “95/A/ өте жақсы”, деп бағалап, ал студент Шалқар Дәмелі Қонысбайқызы 6B06201-Телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша «ақпараттық коммуникациялық технологиялар бакалавры» біліктілігіне сай деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

PhD, ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы

Сейдалиева У.О.

«30» 05 2024ж.



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Шалқар Дәмелі Қонысбайқызы

Тақырыбы: ЭКГ көмегімен ИОТ негізіндегі жүрек бақылау жүйесін жобалау

Жетекшісі: Улжалгас Сейдалиева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.2

Дәйексөз (35): 0.7

Әріптерді ауыстыру: 9

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 10

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

30.05.2024
Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Шалқар Дәмелі Қонысбайқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ЭКГ көмегімен ІОТ негізіндегі жүрек бақылау жүйесін жобалау

Научный руководитель: Улжалғас Сейдалиева

Коэффициент Подобия 1: 3

Коэффициент Подобия 2: 1.2

Микропробелы: 10

Знаки из здругих алфавитов: 9

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

30.05.2024
Дата

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Шалқар Дәмелі Қонысбайқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ЭКГ көмегімен ІОТ негізіндегі жүрек бақылау жүйесін жобалау

Научный руководитель: Улжалгас Сейдалиева

Коэффициент Подобия 1: 3

Коэффициент Подобия 2: 1.2

Микропробелы: 10

Знаки из других алфавитов: 9

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

30.05.2024

Дата



проверяющий эксперт