

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

Амангазиева Тамара Кайратқызы

«IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан мониторингтеу  
жүйесін жасау»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2025 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

« 10 » 05 2025 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан  
мониторингтеу жүйесін жасау»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:

Амангазиева Т.Қ.

Пікір беруші

М.Тынышбаев атындағы АЛТ  
университеті, PhD, «АКТ»  
кафедрасының ассистент  
профессоры

Мәдібайұлы Ж.

« 20 » 05 2025 ж.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ, т.ғ.м., Электроника,  
телекоммуникация және ғарыштық  
технологиялар кафедрасының  
аға оқытушысы

Марксұлы С.

« 20 » 05 2025 ж.

Алматы 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

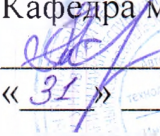
Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 Телекоммуникация

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

 Е. Таштай

« 31 » 01 2025 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Амангазиева Тамара Кайратқызы*

Тақырыбы *«IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан мониторингтеу жүйесін жасау»*

Университет ректорының «29» қаңтар 2025 ж. №26 П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: 1) Негізгі платформа: *Raspberry Pi* немесе *ESP32* микроконтроллері. 2) Денсаулық мониторинг датчиктері: 3) Жүрек соғу жиілігін өлшеу датчигі (*Hw-827*). 4) Дене температурасы датчигі (*DHT11*). 5) Деректерді беру: *Wi-Fi* арқылы қашықтан бақылау. 6) *Python* арқылы деректерді жинау, өңдеу және жіберу. 7) Қуат көзі: *Литий-ионды аккумулятор (3.7 В, 2500 мАсағ)*.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: а) Денсаулық мониторинг жүйесіне қойылатын талаптарды талдау және зерттеу. б) *IoT* технологияларының мүмкіндіктерін денсаулық сақтау саласында пайдалану әдістерін қарастыру. в) Адамның негізгі физиологиялық көрсеткіштерін өлшеуге арналған сенсорларды таңдау және оларды қосу. г) Қашықтан мониторингтеуді қамтамасыз ететін аппараттық және бағдарламалық жүйелерді жобалау. д) Мониторинг деректерін визуализациялау және сақтау алгоритмін әзірлеу. е) Жүйені тестілеу және нақты қолданушылар арасында сынақтан өткізу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 1) *Monk, S. (2022). Programming the Raspberry Pi: Getting Started with Python. McGraw-Hill Education. ISBN: 978-1264257352.* 2) *Виллен М. "IoT-программирование. Создание приложений для интернета вещей." ISBN: 978-5-4461-1477-6.* 3) *Алибеков А. "Медициналық мониторинг жүйелері және IoT технологиялары." 4) Петин В. "Arduino и Raspberry Pi в*



проектах Internet of Things. 2-е изд." 5) Официальная документация Thingspeak и Blynk платформ. 6) Говорун Е. "Интернет вещей: основы и применение." ISBN: 978-5-496-03092-9.

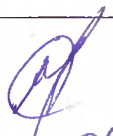
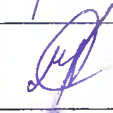
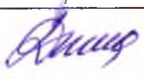
дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

### КЕСТЕСІ

| Бөлімдер атауы,<br>қарастырылатын<br>мәселелер тізімі | Ғылыми жетекшіге<br>және кеңесшілерге<br>көрсету мерзімі | Ескерту                                                                             |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Диплом жұмысының<br>тақырыбын талдау                  | 04.01.2025 - 01.02.2025                                  |  |
| Теориялық ақпарат                                     | 01.02.2025 - 01.03.2025                                  |  |
| Жабдықтар<br>жұмысының есебі және<br>жұмысты рәсімдеу | 01.03.2025 - 30.05.2025                                  |  |

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

### қолтаңбалары

| Бөлімдер атауы                          | Кеңесшілер<br>(аты, әкесінің аты, тегі,<br>ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол<br>қойылған<br>күні | Қолы                                                                                  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Диплом<br>жұмысының<br>тақырыбын талдау | Марксұлы С. ЭТЖҒТ<br>каф.аға оқытушысы, т.ғ.м.                     | 13.05.2025              |  |
| Теориялық ақпарат                       | Марксұлы С. ЭТЖҒТ<br>каф.аға оқытушысы, т.ғ.м.                     | 29.04.2025              |  |
| Норма<br>бақылау                        | Досбаев Ж.М. ЭТЖҒТ<br>каф.аға оқытушысы, PhD                       | 19.05.2025              |  |

Ғылыми жетекшісі

Марксұлы С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Амангазиева Т.К.

Күні «02» ақпан 2025 ж.



## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыста адамның негізгі физиологиялық көрсеткіштерін (дене температурасы, жүрек соғу жиілігі, ЭКГ сигналдары) нақты уақытта қашықтықтан бақылауға арналған IoT технологиясына негізделген жүйе әзірленді. Жүйе құрамына DHT11, HW-827 және AD8232 сияқты сенсорлар, деректерді өңдеу үшін ESP32 микроконтроллері және мәліметтерді сенімді түрде жеткізуге арналған MQTT протоколы кіреді. Жиналған ақпарат Wi-Fi арқылы бұлтқа жіберіліп, пайдаланушы Excel қосымшасы, Telegram бот немесе веб-интерфейс арқылы денсаулық параметрлерін бақылай алады. Сонымен қатар, MATLAB көмегімен алынған мәліметтер визуализацияланды. Бұл жүйе әсіресе қарт адамдарды, жүрек ауруы бар науқастарды және шалғайдағы пациенттерді бақылауда тиімді құрал болып табылады. Жүйе арзан, жеңіл әрі портативті, сондықтан тұрмыстық қолдануға ыңғайлы.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной дипломной работе разработана система дистанционного мониторинга физиологических показателей человека в реальном времени на основе технологий Интернета вещей (IoT). В систему входят сенсоры DHT11, HW-827 и AD8232, микроконтроллер ESP32 и протокол передачи данных MQTT. Измеренные параметры (температура тела, частота сердцебиения, ЭКГ сигналы) передаются по Wi-Fi в облачное хранилище, где пользователь может отслеживать данные через Excel, Telegram-бот или специальный веб-интерфейс. Дополнительно реализована визуализация данных в среде MATLAB. Предложенная система эффективна для наблюдения за состоянием здоровья пожилых людей, пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и людей в отдалённых регионах. Устройство дешёвое, компактное и пригодно для повседневного использования.

## **ABSTRACT**

This diploma thesis presents the development of a real-time remote health monitoring system based on Internet of Things (IoT) technology. The system monitors key physiological parameters such as body temperature, heart rate, and ECG signals using sensors like DHT11, HW-827, and AD8232. The ESP32 microcontroller processes the data and transmits it via Wi-Fi using the MQTT protocol. Collected data is visualized in cloud-based interfaces, accessible through Excel, a Telegram bot, or a dedicated web dashboard. MATLAB was also used for data visualization and analysis. The system is particularly useful for monitoring elderly individuals, patients with cardiovascular conditions, and people in remote areas. It is cost-effective, lightweight, and portable, making it suitable for daily use.

## МАЗМҰНЫ

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Кіріспе                                                                                                      | 7  |
| 1 IoT технологияларының даму кезеңдері және олардың медицина саласындағы қолданылуы мен жетістіктеріне шолу  | 9  |
| 1.1 IoT жүйелерінің эволюциясы және олардың заманауи қоғамдағы рөлі                                          | 9  |
| 1.2 IoT технологиясының медицина саласында қолданылуы                                                        | 10 |
| 1.3 IoT технологиясының медицина саласында жеткен жетістіктері                                               | 12 |
| 2 Адамның негізгі физиологиялық көрсеткіштерін өлшеуге арналған сенсорларды таңдау және оларды қосу әдістері | 15 |
| 2.1 Микроконтроллерді талдау және таңдау                                                                     | 15 |
| 2.2 Температура мен ылғалдылықты өлшеуге арналған сенсорлардың шолу және салыстырмалы сипаттамасы            | 24 |
| 2.3 Электрокардиограмма (ЭКГ) технологиясын IoT жүйесіне біріктіру және оның артықшылықтары                  | 29 |
| 2.4 AD8232 негізіндегі ЭКГ сигналдарын тіркеу және IoT жүйелерінде қолдану                                   | 30 |
| 2.5 Фотоплетизмография әдісіне негізделген HW-827 сенсорына шолу                                             | 32 |
| 2.6 Интернет заттары (IoT) жүйесіндегі MQTT протоколының жұмыс принципі мен тиімділігі                       | 33 |
| 3 IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтықтан мониторингтеу жүйесін іске асыру                      | 37 |
| 3.1 Деректерді жинау, өңдеу және қашықтан бақылауға бағытталған сенсорлық модульдердің қосылу тәртібі        | 38 |
| 3.2 Деректерді өңдеу және визуализациялау                                                                    | 41 |
| Қорытынды                                                                                                    | 44 |
| Пайдаланылған әдебиеттер тізімі                                                                              | 45 |

## КІРІСПЕ

XXI ғасырда медицинаның даму қарқыны ақпараттық технологиялардың жетістіктерімен тікелей байланысты. Соның ішінде Интернет заттары (Internet of Things, IoT) — медициналық қызметтерді оңтайландыруда, қашықтан мониторинг жүйелерін құруда және пациенттерге көрсетілетін көмектің сапасын арттыруда ерекше орын алатын жаңа технологиялық парадигма. IoT технологиялары арқылы адам денсаулығын қашықтан бақылау – денсаулық сақтау жүйесінің тиімділігі мен қолжетімділігін арттырудың заманауи тәсілі ретінде қарастырылады.

Медицина саласындағы қашықтықтан бақылау шешімдері науқастардың өмір сапасын жақсартуға, дәрігерлердің жүктемесін азайтуға және ауруханаға жатқызу қажеттілігін төмендетуге мүмкіндік береді. Заманауи сенсорлар мен микроконтроллерлер көмегімен адамның физиологиялық параметрлерін нақты уақытта өлшеп, оларды талдау және визуализациялау мүмкіндігі — заманауи денсаулық сақтау саласындағы ең маңызды бағыттардың бірі.

Атап айтқанда, жүрек соғу жиілігі, дене температурасы, ылғалдылық, электрокардиограмма (ЭКГ) сияқты негізгі өмірлік көрсеткіштерді нақты уақытта қашықтан бақылау — созылмалы аурулары бар, қарт адамдар мен шалғай өңірлерде тұратын науқастар үшін өмірлік маңызы бар шешімге айналды. Бұл міндетті іске асыру үшін IoT жүйелеріне тән негізгі элементтер – сенсорлар, микроконтроллерлер (ESP32), деректерді тасымалдау протоколдары (мысалы, MQTT) және бұлттық инфрақұрылымдар қолданылады.

Бүгінгі таңда әлемдік денсаулық сақтау жүйелері халық санының артуы, созылмалы аурулардың көбеюі және медициналық қызметтердің жетіспеушілігі сияқты күрделі проблемаларға тап болуда. Статистикаға сүйенсек, көптеген елдерде жүрек-қан тамырлары аурулары мен басқа да күрделі патологиялардан болатын өлім көрсеткіші жоғары деңгейде. Бұл жағдайда пациенттің жағдайын уақытылы анықтап, қашықтан мониторинг жасау – аурудың асқынуына жол бермей, алдын алу шараларын тиімді ұйымдастыруға жол ашады.

Осыған байланысты адамның физиологиялық параметрлерін нақты уақытта бақылауға мүмкіндік беретін, арзан әрі тиімді IoT шешімдеріне сұраныс артып келеді. Қазіргі заманғы микроконтроллерлер мен сенсорлар, сондай-ақ желілік байланыс протоколдары бұл мәселені инженерлік тұрғыда шешуге жол ашады. Әсіресе, ESP32, AD8232, DHT11, HW-827 секілді құрылғылар мен MQTT сияқты жеңіл әрі сенімді байланыс протоколы бұл мақсатқа тиімді қызмет ете алады.

Осы дипломдық жұмыстың мақсаты – IoT технологиялары негізінде адамның физиологиялық параметрлерін (жүрек соғу жиілігі, ЭКГ, температура, ылғалдылық) нақты уақытта қашықтан бақылауға арналған мониторинг жүйесін жобалау және іске асыру. Жүйе сенсорлардан алынған



мәліметтерді ESP32 микроконтроллері арқылы өңдеп, MQTT протоколы арқылы желіге жіберіп, арнайы қосымшаларда визуализацияланатын болады.

Жұмыстың мақсатына жету үшін келесі міндеттер алға қойылады:

- Адамның өмірлік көрсеткіштерін өлшейтін сенсорларды таңдау және оларды тиімді интеграциялау;
- Деректерді өңдеуге арналған микроконтроллерді (ESP32) орнату және бағдарламалау;
- Деректерді тасымалдауға арналған протоколды (MQTT) қолдану;
- Деректерді визуализациялауға арналған веб-интерфейс және қосымша қосымшаларды жасау;
- Құрылған жүйенің тиімділігін модельдеу және нақты жағдайларда тексеру.

Жоғарыда аталған аспектілер негізінде бұл жұмыс денсаулық сақтау саласында қашықтықтан бақылау жүйелерінің даму бағытын зерттеп қана қоймай, қолжетімді, ыңғайлы және сенімді IoT шешімін ұсынуға бағытталады.

# **1 IoT технологияларының даму кезеңдері және олардың медицина саласындағы қолданылуы мен жетістіктеріне шолу**

## **1.1 IoT жүйелерінің эволюциясы және олардың заманауи қоғамдағы рөлі**

Бұл ғылыми жұмыста адам денсаулығын IoT технологияларының көмегімен қашықтықтан бақылауға мүмкіндік беретін ақылды деректерді беру желісін әзірлейміз. Соңғы жылдары желілік технологиялар мен қысқа қашықтықтағы сымсыз байланыс жүйелерінің қарқынды дамуы қашықтан медициналық мониторингтеу жүйелерін зерттеудің маңызды бағытына айналды. Бұл технология дәрігердің кейбір қызметтерін атқара отырып, адамдарға өз денсаулығын қадағалауға, оны жақсы түсінуге және ауруханалық медициналық қызметтердің дамуына ықпал етуге мүмкіндік береді. Мұндай жүйе дәрігерлерге науқастың физиологиялық жағдайын қашықтан бақылауға қолайлы, медициналық көмекті уақтылы көрсетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ол науқастың өмірлік көрсеткіштерін тиімді қадағалауды қамтамасыз етіп, денсаулық сақтау жүйесінің сапасын арттыруға ықпал етеді.

[1] интернет заттары (IoT) шынайы және цифрлық нысандарды біріктіріп, деректер алмасуын жеңілдету арқылы кең танымалдыққа ие болды. IoT – әлем бойынша жылдам дамып келе жатқан технология, ол тауарлар мен қызметтерді желі арқылы адамның немесе компьютердің тікелей араласуынсыз жеткізуге мүмкіндік береді. Бұл технология тұтынушылар мен ұйымдар арасындағы өзара әрекеттестікті түбегейлі өзгертуі мүмкін. Интернет заттары (IoT) - дәстүрлі компьютерлер мен смартфондардан бөлек, температураны бақылайтын сенсорлар, ақылды сағаттар, киілетін құрылғылар және басқа да интеллектуалды объектілер жатады.

IoT түрлі салаларда кеңінен қолданылады, соның ішінде денсаулық сақтау, ресурстарды басқару, білім беру және деректерді өңдеу сияқты бағыттар бар. Алайда, IoT жүйелерінің кең ауқымды қолданылуын тежейтін негізгі мәселелердің бірі – қауіпсіздік пен деректерді қорғау. Бұл аспектілер технологияның тиімді әрі сенімді жұмыс істеуі үшін маңызды рөл атқарады. IoT құрылғыларының қауіпсіздігіне бірнеше қауіп-қатерлер мен қиындықтар әсер етеді. Олардың қатарына құрылғының техникалық осалдықтары, микробағдарламаның мәселелері, аутентификация мен рұқсат беру, көптеген IoT құрылғыларын басқару, есеп беру қауіпсіздігі, бағдарламалық қамтамасыз етуді қорғау, қызмет көрсетушілердің сенімділігі мен қолжетімділігі, деректердің қорғалуы және олардың тұтастығы жатады. IoT жүйесінің желісі бірнеше өзара байланысқан түйіндерден тұрады және өзгермейтін, тұрақты жүйе ретінде жұмыс істейді.

[2] интернет заттарының (IoT) тұжырымдамасы алғаш рет 1980-жылдардың басында пайда болды, құрылғыларды Интернетке қосу идеясы сол кезде дами бастады. 1999 жылы Procter & Gamble компаниясында жұмыс істеген Кевин Эштон «Интернет заттары» терминін енгізді. Ол RFID

технологиясын қолдана отырып, жеткізу тізбегін басқаруды жетілдіруге тырысты. IoT алғашында өнеркәсіптік автоматтандыру мен логистика салаларында кеңінен қолданылып, активтерді басқару мен мониторинг жүргізу үшін датчиктер мен желілік құрылғыларды пайдалануға негізделді. Бұл ерте кезеңдегі зерттеулер қазіргі кездегі IoT экожүйесінің негізін қалады. IoT-тың ең алғашқы танымал мысалдарының бірі – 1982 жылы Карнеги-Меллон университетінде орнатылған «ақылды» Coca-Cola автоматы болды. Бұл құрылғы Интернетке қосылып, сусындардың қорын тексеріп, олардың салқын екенін анықтайтын деректерді ұсынды. Бұл жаңашыл қадам IoT құрылғыларының нақты уақыттағы ақпарат беру және операциялық тиімділікті арттыру әлеуетін көрсетті.

[5] зерттеулеріне сәйкес 2000-жылдардың соңында және 2010-жылдардың басында IoT құрылғыларының таралуы айтарлықтай қарқын алған. Бұл сымсыз байланыс, сенсорлық технологиялар және бұлттық есептеулердегі жетістіктердің арқасында мүмкін болды. IPv6 хаттамасының енгізілуі айтарлықтай маңызды оқиға болған, өйткені ол IP-мекенжайлар санын ұлғайтып, IoT құрылғыларын ауқымды түрде таратуға жол ашты. Сонымен қатар, сенсорлар мен байланыс құралдарының арзандауы түрлі салаларда IoT шешімдерін енгізуді экономикалық жағынан тиімді етті.

IoT-тың дамуы оның қолдану аясының кеңеюімен сипатталады. Бұл технология тұрмыстық электроникадан бастап өнеркәсіптік жүйелерге дейін кеңінен таралды. Тұтынушылық секторда IoT үйді автоматтандыруды түбегейлі өзгертті – ақылды термостаттар, жарықтандыру жүйелері мен қауіпсіздік камералары смартфон арқылы басқарылатын болды. Сонымен қатар, фитнес білезіктері мен ақылды сағаттар денсаулық пен физикалық белсенділікті бақылауға мүмкіндік береді.

Өнеркәсіп саласында IoT интеллектуалды өндіріс орындарын дамытуға және Industry 4.0 қағидаттарын енгізуге ықпал етті. Өндірістік жабдықтарды, машиналар мен жүйелерді өзара байланыстыру арқылы компаниялар нақты уақыт режимінде өндіріс процестерін бақылай алады, техникалық қызмет көрсету қажеттіліктерін болжайды және жалпы тиімділікті арттырады. Бұл өнімділікті жоғарылатып, тоқтап қалуды азайтып, өнім сапасын жақсартуға көмектесті. IoT технологиясының дамуы қалалық инфрақұрылымда да үлкен өзгерістерге алып келді. Нәтижесінде ақылды қалалар пайда болып, IoT технологияларын қоғамдық қызметтерді жақсарту, жол қозғалысын оңтайландыру және энергия шығынын азайту үшін пайдалана бастады. Мысалы, ақылды электр желілері энергияны тиімді басқаруға көмектеседі, ал ақылды бағдаршамдар қозғалысты нақты уақыт режимінде реттей алады.

## **1.2 IoT технологиясының медицина саласында қолданылуы**

[3] мақаладағы жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, ай сайын 2000-ға жуық адам денсаулығына немқұрайлы қарағандықтан қайтыс болады және [4]

мақаладаға жүргізілген зерттеулерге сүйенсек, 2017 жылғы әлем халқы туралы деректерге сәйкес, жер шарындағы халық саны 7,5 миллиард адамға жеткен және осыншама адамның денсаулығын қадағалау өте күрделі. 2016 жылғы жаһандық аурулар ауыртпалығы туралы есепке сәйкес, Үндістандағы басты өлімнің себебі жүрек аурулары болды: 2016 жылы 1,7 миллион адамның өмірін қиды, бұл жалпы өлімнің шамамен 53%-ын құраған. Халық санының қарқынды өсуімен бірге науқастардың саны артып, денсаулықты бақылау қажеттілігі де күшейіп келеді. Қазіргі уақытта денсаулық сақтау жүйесінің сапасы мен қолжетімділігі басты мәселелердің біріне айналды. Сол себептен, денсаулық мониторинг жүйесіне ерекше назар аудару қажет. Соңғы жылдары денсаулықты бақылау жүйелері ауруханалардағы шығындарды азайтуға, дәрігерлердің жұмыс жүктемесін төмендетуге, сондай-ақ консультация уақыты мен кезектерді қысқартуға үлкен үлес қосып отыр. Нәтижесінде өзімен алып жүретін құрылғыларға сұраныс артып келеді және жеке денсаулық, фитнес және белсенділікті бақылауға арналған құрылғылар қазір кеңінен қолданылуда.

Науқастардың физиологиялық деректерін ұзақ мерзімді тіркеуді, басқаруды және клиникалық қолжетімділікті қамтамасыз ету үшін зерттеушілер заманауи технологияларды, соның ішінде Интернет заттары (IoT) медицина салаларында қолдануды зерттеп жатыр. IoT – бұл Интернет арқылы құрылғылар арасындағы өзара әрекеттесуге мүмкіндік беретін технологиялық және коммуникациялық инновация. Бұл жүйе объектілерден ақпаратты жинап, талдау және сақтау үшін интернет арқылы басқа құрылғыларға жібереді. IoT – кез келген ортада қолдануға болатын жаһандық желілік технология. Forbes журналының анықтамасына сәйкес, IoT – сенсорлар, микроконтроллерлер және байланыс модульдері арқылы интернетке қосылатын құрылғылар жиынтығы. Олар арнайы протоколдар арқылы өзара әрекеттеседі және интернеттің ажырамас бөлігіне айналады. Бүгінгі таңда интернет адамдардың күнделікті өмірінде маңызды рөл атқарады және IoT осы үрдіске негізделуін жалғастыруда және құрылғылар арасындағы деректер алмасуды автоматтандыруды жеңілдетеді. IoT денсаулық сақтау саласында үлкен әлеуетке ие, әсіресе қашықтан бақылау және денсаулық сақтау қызметтерін біріктіру мүмкіндіктері медицинаға жаңа серпін әкелуі мүмкін. Алдағы он жылдықта бұл технология денсаулық сақтау жүйесін түбегейлі өзгертеді және медициналық ақпараттық жүйелерді дамытуда басты рөл атқарады [3].

[5] зерттеулеріне сәйкес медициналық интернет заттары (IoHT) деп аталатын жаңа тұжырымдама қалыптастырылды, ол медициналық қызметтердің сапасын арттыруға, шығындарды азайтуға және пациенттердің денсаулығын қашықтан бақылауға айтарлықтай әсер етеді. MarketsAndMarkets сияқты аналитикалық агенттіктердің болжамы бойынша, 2020 жылға қарай IoHT нарығының көлемі 163,2 миллиард АҚШ долларына жетуі тиіс болған. Коммерциялық есептер бұл көрсеткішті 117 миллиард долларға, ал McKinsey сарапшылары 170 миллиард доллардан астам экономикалық әсерді болжады.

Бұл әсер денсаулық сақтау саласындағы шығындарды азайтумен, созылмалы аурулары бар пациенттердің өмір сүру сапасын жақсартумен және аурулардың асқынуын болдырмауға көмектесетін денсаулық мониторингінің жетілдірілуімен байланысты.

IoHT (Интернет заттарының денсаулық сақтау саласындағы қолданылуы) медицинада кең ауқымда қолданылады. Ол балалар мен қарт адамдарға күтім жасауды, созылмалы ауруларды бақылауды, жеке денсаулық пен фитнесі басқаруды қамтиды. Бұл технологияның қолдану салалары негізінен төрт негізгі санатқа бөлінеді: қашықтан денсаулық мониторингі, смартфонға негізделген медициналық шешімдер, көмекші өмір сүру технологиялары және тағылатын құрылғылар. Қашықтан денсаулық мониторингінің басты артықшылықтарының бірі – физиологиялық деректерді жинау және оларды қашықтан қолжетімді ету мүмкіндігі. Мұндай жүйелер әдетте пайдаланушы интерфейсі (смартфон, планшет немесе компьютер), деректерді жинау құрылғылары және интернетке қосылу мүмкіндігі сияқты негізгі компоненттерден тұрады. IoT, мобильді есептеу, деректерді тасымалдау инфрақұрылымының интеграциясы бұл технологиялардың тиімділігін арттырады.

IoHT енгізу – желіге қосылған ақылды құрылғыларды қолдануды көздейді, олар автоматты түрде деректерді жинап, медициналық қызметкерлерге қолжетімді етеді. Бұл дәрігерлерге ақпаратқа негізделген шешімдер қабылдауға, науқастың жағдайының өзгерістеріне жедел әрекет етуге және медициналық мекемелердің жүктемесін азайтуға мүмкіндік береді.

### **1.3 IoT технологиясының медицина саласындағы жеткен жетістіктері**

[6] мақалада қашықтан денсаулықты бақылау жүйесі қарастырылады. Бұл жүйе қарт адамдар мен созылмалы аурулары бар науқастар үшін өте маңызды. Мұндай жүйе науқастың - дене температурасын, жүрек соғу жиілігін және қан қысымын нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді. Бұл ауруханаға жиі бару қажеттілігін азайтады және науқастың денсаулығындағы өзгерістерге жедел әрекет етуге көмектеседі.

Алғашқы шығарушылардың бірі АҚШ-тағы St. Jude Medical Inc компаниясы әзірлеген Merlin.net жүйесі. Бұл жүйе Ұлттық жүрек институты (IJN) арқылы енгізіліп, дәрігерлер мен науқастарға интернет арқылы деректер алмасуға мүмкіндік береді. Осылайша, ауруханалардағы кезек саны азайып, науқастардың қайта келу қажеттілігі төмендейді.

Бұл зерттеудегі датчиктердің жұмыс істеу принципі және олардың байланысы.

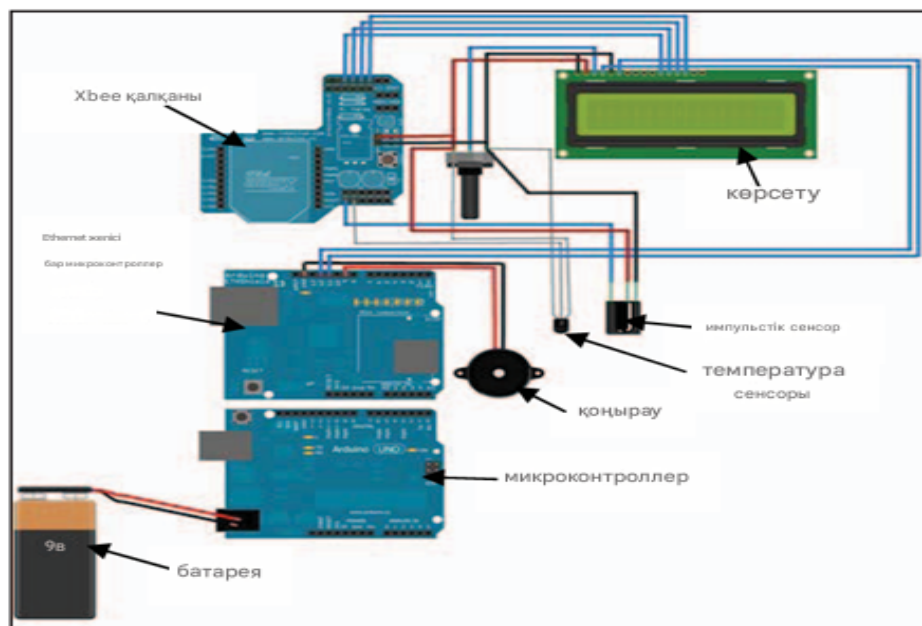
Науқастың жағдайын бақылау үшін келесі сымсыз датчиктер қолданылады:



Дене температурасы датчиктері - пациенттің температурасын өлшеп, жүйеге деректер жібереді.

Жүрек соғу жиілігі датчиктері - фотоплетизмография әдісін пайдаланып, капиллярлардағы қан көлемінің өзгерісін анықтайды.

Датчиктердің қосылу схемасы мынандай: Датчиктер науқастың көрсеткіштерін өлшейді, содан кейін ақпарат Arduino Uno микроконтроллеріне беріледі. Мәліметтер Ethernet Shield немесе Xbee (ZigBee) арқылы базаға жіберіледі. Осылайша, дәрігер веб-интерфейс арқылы науқастың жағдайын бақылай алады. 1.1-суретте схемасы көрсетілген.



1.1-сурет – Home Smart Clinic аппараттық конфигурациясының схемасы

Кейбір жүйелер жеке желіні (PAN) және Wi-Fi (WLAN) біріктіре отырып, қосылым жасайды. Бұл дәрігерлерге интернетке қосылған кез келген жерден науқас туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді.

[3] бұл мақалада Интернет заттары (IoT) технологияларын пайдалана отырып, денсаулықты қашықтан бақылау саласындағы әртүрлі әзірлемелерді зерттейді. Басты назар сенсорларды қолдану және оларды науқастардың жағдайын бақылаудың біртұтас жүйесіне біріктіру болып табылады. Бұл зерттеуде ұсынылған жүйе арзан және жасап шығару оңай. Жергілікті сервер науқас деректерін сақтау үшін пайдаланылады. Сонымен қатар, науқастың денесіне бекітілген сенсорлар жинаған деректер GSM модулінде тіркелген ұялы телефонға жіберіледі. Қолданылатын сенсорлар қол жетімді және арзан. Ақпарат тікелей компьютерлерде жиналады, бұл энергия шығынын азайтады. Жүйе Raspberry Pi орнына арзанырақ Arduino -ны пайдаланады.

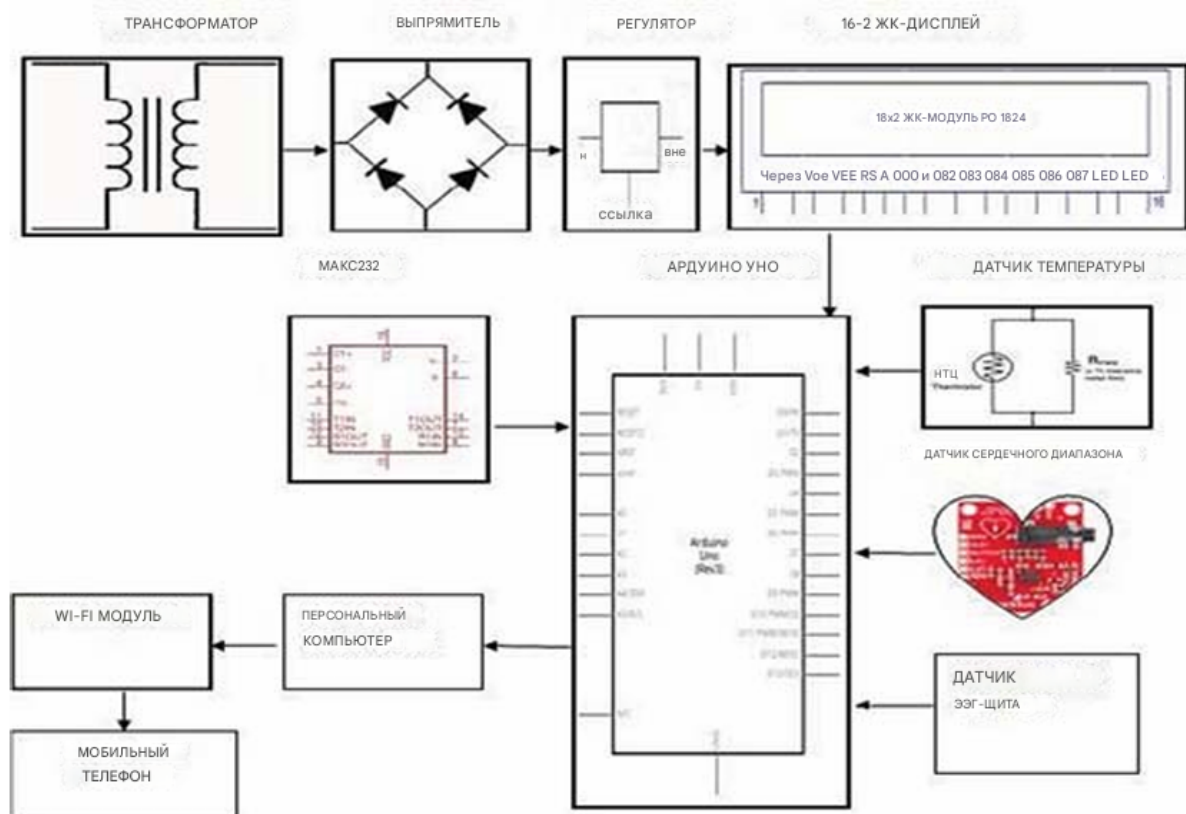
Жүйе құрылымы:

- Микроконтроллер (Arduino) – сенсор түйіндері мен бұлттық серверлер арасында байланыстырушы ретінде әрекет етеді.
- NodeMCU – деректерді сымсыз жіберуге жауапты.
- Жүректің соғу жиілігінің сенсоры – жүрек соғу жиілігін өлшейді.
- Температура сенсоры – емделушінің дене температурасын жазады.
- Ажыратымдылығы жоғары камера – кескінді өңдеу алгоритмі арқылы қан тобын анықтайды.

Жүйе жүрек соғу жиілігі мен дене температурасын автоматты түрде өлшейді, көрсеткіштерді үздіксіз жазып отырады және жергілікті желі арқылы деректерді серверге жібереді. Дәрігерлер денсаулық параметрлерін PHP тілінде әзірленген веб-бағдарлама арқылы көре алады.

Деректерді жинау және беру процесі: Сенсорлар (жүрек соғу жиілігі, температура және камера) деректерді оқиды. Arduino Uno микроконтроллері деректерді REST API арқылы ашық серверге жібереді кейін өңделген деректер науқастың жағдайын визуализациялау үшін жүйеге жіберіледі. Осылайша, дәрігерлер ақпаратты веб-қосымша арқылы көре алады. Жүйенің құрылымдық схемасы 1.2-суретте көрсетілген.

Жүйені тек медициналық мекемелерде ғана емес, қарапайым қолданушылардың денсаулығын күнделікті бақылау үшін де қолдануға болады. IoT шешімі нақты уақытта биологиялық деректерді жинауға, талдауға және визуализациялауға мүмкіндік береді.



1.2-сурет – Денсаулықты бақылау жүйесінің құрылыстық схемасы

## **2 Адамның негізгі физиологиялық көрсеткіштерін өлшеуге арналған сенсорларды таңдау және оларды қосу әдістері**

Адамның денсаулығын бақылау және оның жағдайын бағалау үшін физиологиялық көрсеткіштерді өлшеу сенсорларын таңдау маңызды. Мұндай сенсорлар түрлі медициналық мақсаттарда қолданылады және адамның ағзасындағы негізгі физиологиялық параметрлерді бақылауға мүмкіндік береді. Бұл сенсорлар денсаулық туралы маңызды ақпарат жинауға көмектеседі, мысалы, жүрек соғысы, қан қысымы, тыныс алу жиілігі және дене температурасы сияқты көрсеткіштерді өлшейді.

Сенсорды таңдағанда бірнеше маңызды аспектілерді қарастыру қажет. Біріншіден, сенсордың өлшеу дәлдігі маңызды, себебі ол денсаулық жағдайын дұрыс бағалауға әсер етеді. Сонымен қатар, сенсордың сенімділігі мен ұзақ мерзімділігі де үлкен мәнге ие. Тағы маңыздысы ол - сенсорлардың қауіпсіздігі. Пайдаланушы үшін сенсордың қолданылу ыңғайлылығы да маңызды. Сенсорлар алынған деректерді дұрыс әрі тиімді жинап, уақытында жеткізе алуы керек.

Сенсорларды қосу әдістері. Сенсорларды қосу үшін әртүрлі тәсілдер мен технологиялар қолданылады. Әдетте, сенсорлардан алынған мәліметтерді өңдеп, сақтап, пайдаланушыға жеткізу үшін белгілі бір құрылғылар мен бағдарламалар қажет. Сенсорлардың шығаратын сигналдарына қарай оларды қосу үшін әртүрлі әдістер таңдалады.

Қазіргі сенсорлар көбінесе сымсыз байланыс технологияларын пайдаланады, мысалы, Bluetooth немесе Wi-Fi арқылы деректерді мобильді құрылғыларға жіберуге болады. Бұл тәсіл сенсорларды қолдануды жеңілдетіп, деректерді қашықтан бақылауға мүмкіндік береді.

Сенсорлардан алынған деректерді сақтау, өңдеу және талдау үшін арнайы мобильді қосымшалар мен бағдарламалар пайдаланылады. Бұл қосымшалар деректерді жинақтап, сақтап, талдайды және пайдаланушыға немесе дәрігерге қажетті ақпаратты береді. Сонымен қатар, олар ұзақ уақыт бойы денсаулықты бақылау мақсатында қолданылуы да мүмкін.

Адамның физиологиялық көрсеткіштерін өлшеуге арналған сенсорларды таңдау және оларды қосу — бұл күрделі әрі маңызды процесс. Бұл кезеңде дұрыс сенсорды таңдау, оны тиімді түрде қосу және алынған деректерді дұрыс өңдеу маңызды. Денсаулықты бақылауға арналған сенсорлар медициналық дәлдік пен қауіпсіздік талаптарына сай болуы керек, сонымен қатар қолданушы үшін ыңғайлы әрі сенімді жұмыс істеп, дәл әрі уақытылы мәліметтер беруі тиіс.

### **2.1 Микроконтроллерді талдау және таңдау**

Микроконтроллер — бұл кішкентай, бірақ жоғары функционалды құрылғылар, олар әртүрлі жүйелерді басқару үшін қолданылатын маңызды

компоненттер. Бір чипте процессор, жады және кіріс/шығыс құрылғылары біріктірілген. Микроконтроллерлердің негізгі артықшылығы — олардың ықшамдылығы мен төмен қуат тұтынуында, бұл оларды қарапайым басқару жүйелерін құру үшін өте тиімді етеді. Олар арнайы бағдарламалармен жұмыс істеп, әртүрлі тапсырмаларды автоматтандыруға мүмкіндік береді. Микроконтроллерлер қарапайым есептеулерден бастап күрделі жүйелерді басқаруға дейін кең көлемде қолданылуы мүмкін. Әдетте олар процессор, цифрлық және аналогтық кіріс/шығыс жүйелері және перифериялық құрылғылардан тұрады.

Микроконтроллерлердің қолданылу аясы өте кең. Олар тұрмыстық техникада, өндірістік жүйелерде, робототехникада, автокөліктерде және медициналық құрылғыларда кеңінен пайдаланылады. Мысалы, тұрмыстық техникада олар тоңазытқыштар мен микротолқынды пештердің жұмысын басқаруға көмектеседі, ал өнеркәсіпте өндіріс процестерін автоматтандыруға ықпал етеді.

Медицина саласында микроконтроллерлер маңызды рөл атқарады. Олар пациенттерді бақылау және емдеу үдерісін автоматтандыру үшін қолданылатын құрылғыларда кеңінен пайдаланылады. Бұл құрылғылардың ішінде жүрек соғуын бақылау аппараттары, инсулин насосы, дәрі-дәрмектерді жеткізу жүйелері және медициналық анализаторлар бар. Микроконтроллерлер пациенттің денсаулығын нақты уақыт режимінде бақылауға және емдеуді тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Микроконтроллерлер көпфункционалды және тиімді құрылғылар, олар әртүрлі салаларда, оның ішінде медицинаның түрлі салаларында қолданылады. Олар пациенттерді бақылау, медициналық құрылғылардың жұмысын реттеу және емдеу мен диагностика тиімділігін арттыру үшін маңызды рөл атқарады.

### 2.1.1 Микроконтроллер Arduino Uno және ESP32 салыстыру нәтижесі

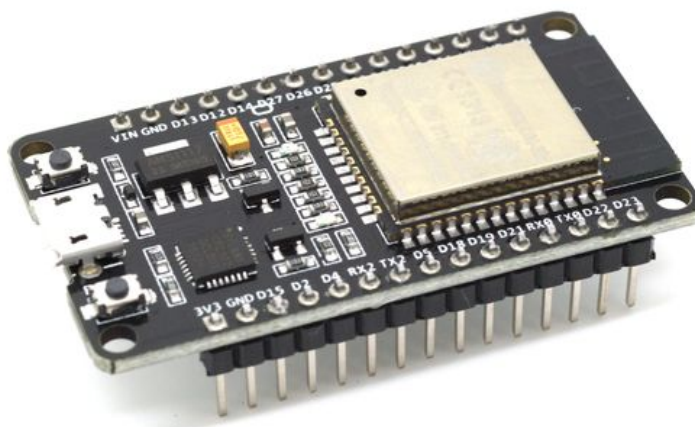
Arduino Uno және ESP32 микроконтроллерлерін салыстыру жұмысы жүргізілді [7].



2.1-сурет – Микроконтроллер Arduino Uno

## Кесте 2.1 - Arduino Uno және ESP32 микроконтроллерлерін салыстыру

| №                                               | Arduino Uno                                                                                                                                                                                                                                       | ESP32                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Деректерді жинаудың дәлдігі мен сен сенімділігі |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                           |
| 1                                               | температура датчиктерімен жұмыс істегенде тұрақты мәселелер туғызды, деректердің дәлдігі төмен болды. Кейбір жағдайларда температура көрсеткіштеріндегі айырмашылық 5-6 градус Цельсийге жетіп, бір датчик 10 градустан астам ауытқуды көрсеткен. | деректерді жоғары дәлдікпен және сенімділікпен жинап, мәселелерді болдырмады, сондықтан ол көп сенсорлы жүйелермен жұмыс істеуге әлдеқайда тиімді болған. |
| Деректерді өңдеу және есептеу қуаты             |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                           |
| 2                                               | есептеу қуаты шектеулі, бұл көп сенсорлы жүйелерде деректерді өңдеуге әсер еткен.                                                                                                                                                                 | жоғары есептеу қуатына ие, бұл деректерді тиімді өңдеуге мүмкіндік беріп және қиын жағдайларда тұрақты жұмыс істеген.                                     |
| Датчиктермен жалпы жұмыс нәтижелері             |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                           |
| 3                                               | температура датчиктерінде мәселелер туындаса да, ЫЛҒАЛДЫЛЫҚ пен шығын датчиктері екі микроконтроллерде бірдей нәтиже көрсеткен.                                                                                                                   | температура датчиктерінен деректерді жоғары дәлдікпен жинап, жүйеде ақаулар болмады.                                                                      |



2.2-сурет – Микроконтроллер ESP32

### 2.1.2 Микроконтроллер STM 32 және ESP32 салыстыру нәтижесі

Құрылғылардың негізгі сипаттамалары [8] мақаласынан алынған. Мақалада микроконтроллерлер ретінде нарықта қолжетімді екі ең танымал

микроконтроллер таңдалған, атап айтқанда ESP32 және STM32. ESP32 сериясындағы микроконтроллер қуаттырақ, бірақ STM32 нейрондық желілермен жұмыс істеуге арналған арнайы бағдарламалық қамтамасыз етуді қамтиды, бұл оларды бәсекеге қабілетті етеді. Микроконтроллерлердің сипаттамалары 2.2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2.2 – Микроконтроллерлердің сипаттамалары

| Құрылғылардың негізгі сипаттамалары | Құрылғылар |       |
|-------------------------------------|------------|-------|
|                                     | STM32      | ESP32 |
| Ядро саны                           | 1          | 2     |
| Жедел жады көлемі, кБ               | 20         | 520   |
| Процессор жылдамдығы, МГц           | 72         | 240   |

Кесте 2.3 – STM 32 және ESP32 Микроконтроллерін салыстыру

|                                       | STM 32                                                                                                                                                          | ESP32                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Процессор архитектурасы мен ядро саны | STM32 микроконтроллері ARM Cortex-M ядросында жұмыс істейді.<br>Бұл микроконтроллерлер қарапайым жүйелер үшін және қуат тиімділігі мен төмен жиілікке арналған. | ESP32 екі ядролы процессорды пайдаланады.<br>Ол жоғары өнімділік пен қосымша мүмкіндіктерді ұсынады, соның ішінде Wi-Fi және Bluetooth байланысы.                |
| Қосылу мүмкіндіктері                  | STM32-де Wi-Fi немесе Bluetooth қосылысы жоқ.<br>Сымсыз байланыс жүйелер мен құрылғылар үшін қолданылады.                                                       | ESP32-те ішкі Wi-Fi және Bluetooth қолдауы бар, сондықтан оны сымсыз қосылымды қажет ететін жобалар үшін өте ыңғайлы.                                            |
| Қуат тұтыну                           | STM32 қуат тұтынуды жақсы басқарады, сондықтан ол энергияны үнемдеу қажет жобалар үшін өте қолайлы.<br>Әртүрлі модельдерде қуат тұтынудың тиімділігі жоғары.    | ESP32 қуат тұтыну жағынан STM32-ге қарағанда төмен тиімділікке ие, әсіресе Wi-Fi немесе Bluetooth қосулы болса. Бірақ ол күту режимінде энергияны үнемдей алады. |



|                             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Қолдану салалары            | STM32 өнеркәсіптік қолданбаларда, медициналық құрылғыларда, робототехникада және басқа арнайы жүйелерде кеңінен қолданылады.<br>Ол жоғары сенімділікті талап ететін жобалар үшін жақсы таңдау.                            | ESP32 негізінен IoT (Интернет заттары), ақылды үй құрылғылары және мобильді құрылғылармен өзара әрекеттесуді қажет ететін жүйелерде қолданылады. |
| Бағдарламалау және құралдар | STM32 үшін STMicroelectronics компаниясы STM32CubeIDE және STM32CubeMX сияқты құралдар ұсынады. Оларды пайдалану арқылы бағдарламалау мен конфигурация жасау оңай.<br>C немесе C++ бағдарламалау тілдері жиі қолданылады. | ESP32-ті бағдарламалау үшін бірнеше құрал бар, соның ішінде Arduino IDE, ESP-IDF және MicroPython.                                               |
| Өнімділік және ресурстар    | STM32 жоғары дәлдікпен жұмыс істей алады, бірақ ESP32-ден өнімділігі төмен. Бірақ кейбір модельдерде жиілік 450 МГц-ке дейін жетеді.                                                                                      | ESP32 екі ядролы процессорымен 240 МГц дейін жұмыс істейді. Бұл оны көптеген тапсырмаларды бір уақытта орындауға ыңғайлы етеді.                  |
| Құны                        | STM32 микроконтроллерлері көптеген модельдер мен конфигурацияларда ұсынылған, сондықтан бағасы функционалдық мүмкіндіктеріне байланысты өзгеріп отырады                                                                   | ESP32 бағасы жағынан қолжетімді әрі функционалды болып табылады, сондықтан оны IoT және сымсыз байланыс жобаларында кеңінен қолдануға болады.    |

STM32 - сенімді, қуатты және нақты талаптарға сай келетін жүйелер үшін өте қолайлы. Егер сымсыз байланыс қажет болмаса, бұл өте жақсы таңдау.

ESP32 - сымсыз байланыс пен жоғары өнімділікті қажет ететін жобалар үшін тамаша. Әсіресе IoT және мобильді құрылғылармен өзара әрекеттесетін жобалар үшін тиімді.

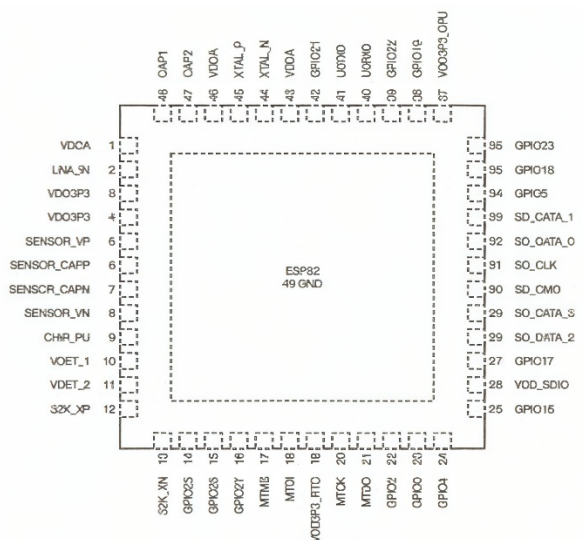


2.3-сурет – Микроконтроллер STM32

2.1.3 Микроконтроллерлерді жан-жақты шолу және әртүрлі типтерін салыстырмалы талдау

Салыстыру жұмысы [9] мақаласы бойынша жасалынды.

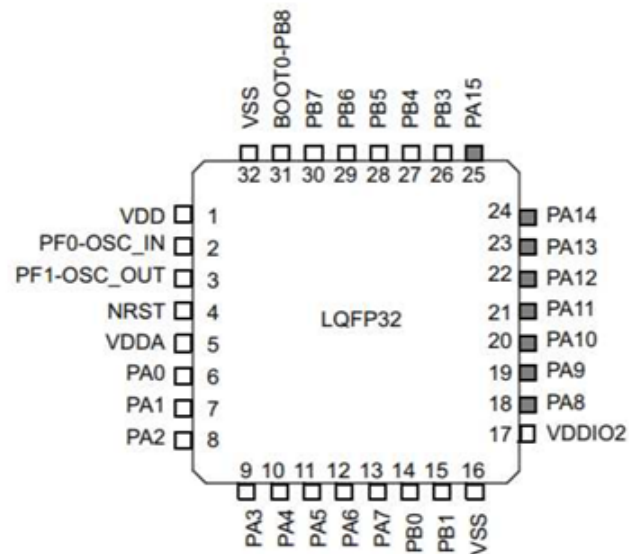
ESP32 - бұл Espressif Systems шығарған арзан әрі қуатты микроконтроллер, негізінен мобильді құрылғылар мен IoT жобаларында қолданылады. Оның қуатты үнемдеу мүмкіндіктері IoT сенсорларына өте ыңғайлы.



2.4-сурет – ESP32 пиндерінің байланыс құрылымы

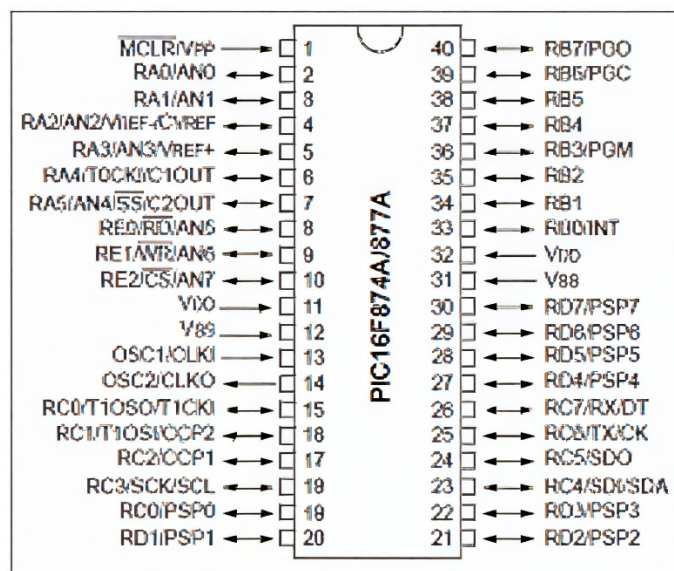
STM32 — бұл STMicroelectronics компаниясы шығарған 32 биттік микроконтроллерлер тобы. Оған әртүрлі жад мөлшері мен қосылым мүмкіндіктері бар микроконтроллерлер кіреді, мысалға келтірсек , STM32L және STM32F сериялары. STM32 микроконтроллерлері қуатты аз

тұтынуымен, жоғары өнімділігімен және қолданудың оңайлығымен ерекшеленеді, сондықтан олар ендірілген жүйелерде жиі қолданылады.



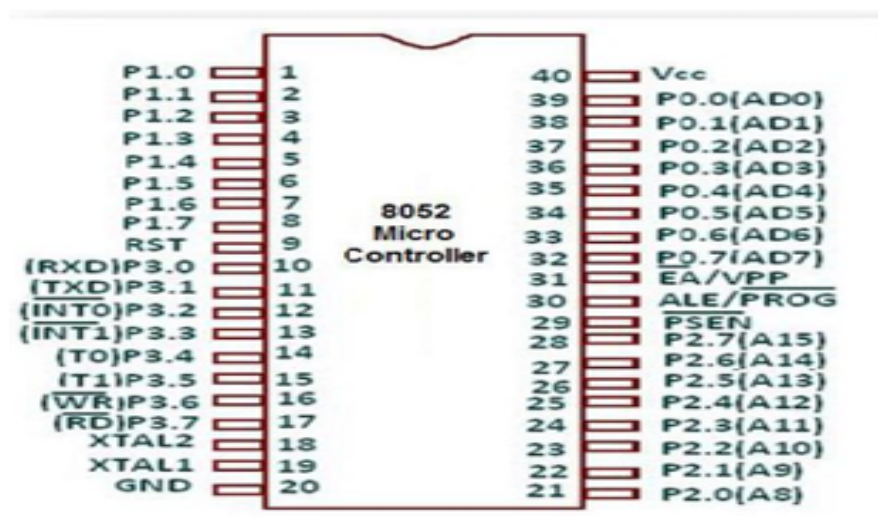
2.5-сурет – STM32 пиндерінің байланыс құрылымы

PIC (Peripheral Interface Controller) — Microchip Technology компаниясының микроконтроллерлері. Олар пайдалану ыңғайлылығымен, түрлі нұсқаларының кең ауқымымен және қолжетімді бағасымен танымал. PIC10, PIC12, PIC16 және PIC18 сериялары бар, олардың әрқайсысының мүмкіндіктері әртүрлі.



2.6-сурет – PIC пиндерінің байланыс құрылымы

8052 микроконтроллері - 1980 жылдары Intel компаниясы әзірлеген және өнеркәсіпте, ендірілген жүйелер мен тұтынушылық электроникада кеңінен қолданылған.



2.7-сурет – 8052 пиндерінің байланыс құрылымы

Кесте 2.4 – Танымал микроконтроллерлердің техникалық сипаттамалары мен қолдану салалары бойынша салыстырмасы

|                | ESP32                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8052                                                                                                                                                                                                                                                         | PIC                                                                                                                                                                                                                                                                                              | STM32                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Архитект урасы | ESP32 32-биттік процессорды пайдаланады және бірнеше операцияны бірден орындауға мүмкіндік береді. ESP32 антенналар, радиосигнал күшейткіштері мен қуат басқару жүйелері сияқты маңызды компоненттермен біріктірілген. Чиптің жады 520 КБ SRAM және 448 КБ ROM-ды қамтиды. | 80C552 микроконтроллері 8 биттік Гарвард архитектурасын қолданады және 12 МГц жиілігі бар 8051-үйлесімді процессормен жұмыс істейді. Оның ішкі 8КБ флэш жады және 256 байт RAM жады бар. Микроконтроллер 40 түйреуішті DIP немесе PLCC түрлерінде ұсынылады. | PIC 16F877A — 8 биттік RISC архитектурасына негізделген микроконтроллер. 14 биттік нұсқау ұзындығы мен 35 нұсқауды қолдайды. Ол 368 байт жалпы мақсаттағы регистрлерді, 8 КБ флэш жадын және 256 байт ұсынады. 40 түйреуіш DIP пакеті арқылы басқа компоненттермен интерфейсті қамтамасыз етеді. | STM32 микроконтроллері Cortex-M0 процессор өзегіне негізделген. Бұл процессор 32 биттік, қуатты аз тұтынатын, кодты тығыз жазуға және жадыны тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін құрылғы. STM32 32КБ флэш жадымен және 4КБ SRAM-мен жабдықталған, ал оның сағаттық жылдамдығы 48 МГц-ке дейін жетеді. |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                           |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Қосымша құрылғылар | ESP32 34 кіріс/шығыс түйреуішін, әртүрлі байланыс түрлерін және сенсорлармен жұмыс істеу үшін қажетті қолдауды ұсынады. Сонымен қатар, чипте аналогтық және цифрлық түрлендіргіштер бар, олар аналогтық құрылғылармен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. | 80C552 32 және одан көп GPIO түйреуіштері, UART, SPI және I2C сияқты байланыс хаттамалары, таймерлер мен есептегіштер. Сондай-ақ, температура мен қысым датчиктері, акселерометрлер қолдайды.                                                                                                                                           | PIC микроконтроллері түрлі компоненттермен оңай интеграцияланып, көп перифериялық мүмкіндіктерге ие. Микроконтроллер USART арқылы UART, SPI және I2C хаттамаларын қолдайды. Сондай-ақ, 10 биттік ADC-мен 8 аналогтық арнаны өлшей алады.                                                                                  | STM32 микроконтроллері көптеген қосымша құрылғылармен жабдықталған, оның ішінде таймерлер, байланыс интерфейстері, аналогты-сандық және сандық-аналогтық түрлендіргіштер. |
| Даму ортасы        | ESP32-де әр түрлі даму орталары бар. Arduino IDE, MicroPython және ESP-IDF. MicroPython Python негізіндегі бағдарламалау тілі болып табылады.                                                                                                         | 80C552 микроконтроллері Keil uVision, SDCC және IAR Workbench сияқты IDE-лермен үйлесімді, бұл код жазуды, жөндеуді және сынауды жеңілдетеді. In-System Programming және In-Circuit Emulators арқылы кодты микроконтроллердің флэш жадына жылдам жүктеуге болады. Микроконтроллер C және ассемблер тілдерінде бағдарламалауды қолдайды. | PIC 16F877A микроконтроллері MPLAB X IDE, MikroC PRO және CCS C Compiler сияқты танымал құралдар қолданушыға ыңғайлы интерфейстер, синтаксис бөлектеу және дебюждеу мүмкіндіктерін береді. Микроконтроллер C немесе ассемблер тілдерінде бағдарламаланады, бұл жылдам даму мен төмен деңгейде басқаруды қамтамасыз етеді. | STM32 микроконтроллері үшін даму ортасы көбінесе STM32CubeIDE, Кейл немесе IAR сияқты IDE-лерді қолдануды талап етеді.                                                    |

|                |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                             |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Қолдану аймағы | ESP32 үшін негізгі қолдану аймақтары: Интернет заттары (IoT). Робототехника және автоматтандыру: Аудио және мультимедиа. Экологиялық мониторинг. | 80C552 микроконтроллері түрлі салаларда қолдануға ыңғайлы, мысалы: Өнеркәсіптік автоматтандыру; Тұтынушылық электроника; Автомобиль жүйелері ; | PIC16F877A микроконтроллері әр түрлі салаларда қолдануға ыңғайлы, оның ішінде: Робототехника; Қуат басқару және энергия мониторингі; Бақылау және деректерді жинау; | STM32 чипі өнеркәсіптік автоматтандыру, электроника, смарт-үйлер, денсаулық сақтау және автомобиль жүйелерінде қолданылады. |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Әрбір микроконтроллердің өз артықшылықтары бар, олар қолданылатын тапсырмаға байланысты:

ESP32 — Wi-Fi және Bluetooth қолдайтын қуатты микроконтроллер, IoT (интернет заттары) жобалары үшін өте қолайлы.

8052 — ескі, бірақ тексерілген микроконтроллер, қарапайым тапсырмалар үшін жарамды, көп ресурстарды талап етпейді, бірақ мүмкіндіктері шектеулі.

PIC — Microchip компаниясының микроконтроллерлері, әртүрлі модельдерімен және қолдану мүмкіндіктерімен танымал, көптеген жобалар үшін ыңғайлы.

STM32 — жоғары өнімділік пен көп функцияға ие микроконтроллерлер, күрделі жобаларда сигналдарды өңдеуде қолданылады.

## 2.2 Температура мен ылғалдылықты өлшеуге арналған сенсорлардың шолу және салыстырмалы сипаттамасы

Температура және ылғалдылық датчиктері қоршаған ортадағы температура мен ылғалдылықты өлшеуге арналған маңызды құралдар болып табылады. Олар өндіріс процестерін бақылаудан бастап, климаттық жүйелер, ауыл шаруашылығы, тұрмыстық техника, медицина саласында және ғылыми зерттеулер сияқты түрлі салаларда кеңінен қолданылады. Температураның өзгеруі жүйелер мен процестердің тиімділігіне әсер ете алатындықтан, оның тұрақтылығын қадағалау өте маңызды. Өндірістік немесе ғылыми жұмыстарда температураның дәлдігі ерекше маңызды рөл атқаруы мүмкін. Сондай-ақ, ылғалдылық деңгейі көптеген өнімдер мен жүйелердің сапасына ықпал етеді.

Бұл датчиктер өнеркәсіпте, ауыл шаруашылығында, ғылыми зерттеулерде және климаттық бақылау жүйелерінде белсенді қолданылады. Өнеркәсіпте олар өндіріс тиімділігін жақсартуға, өнім сапасын бақылауға және энергияны үнемдеуге ықпал етеді. Ауыл шаруашылығында олар



өсімдіктердің өсуі үшін қажетті жағдайды қамтамасыз етіп, суару жүйелерін тиімді басқаруға көмектеседі. Ғылыми зерттеулерде дәл өлшенген температура мен ылғалдылықтың сақталуы нәтижелердің дұрыстығы мен қайталануын қамтамасыз етеді. Ал климаттық бақылау жүйелерінде олар ғимараттар мен табиғи орталардағы температура мен ылғалдылықты тұрақты деңгейде ұстап тұруға мүмкіндік береді.

Медицинада температура мен ылғалдылық датчиктері маңызды рөл атқарады. Олар ауруханаларда, зертханаларда, медициналық жабдықтарда және пациенттерді бақылауда кеңінен қолданылады. Пациенттердің дене температурасын бақылау үшін температура датчиктері қажет, себебі олар дене температурасының өзгерістерін бақылап, инфекциялар немесе қабынулар туралы ақпарат береді, бұл дәрігерлерге диагноз қоюға көмектеседі. Интенсивті терапия бөлімшелерінде температура мен ылғалдылық датчиктері пациенттердің жағдайын бақылауға пайдаланылады, себебі тұрақты температура мен ылғалдылық деңгейі олардың денсаулығына әсер етуі мүмкін. Медициналық жабдықтар, мысалы келтірсек, инкубаторлар мен мұздатқыштар, арнайы температура мен ылғалдылықты сақтауды қажет етеді. Осы жабдықтардың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін арнайы датчиктер қолданылады, олар температура мен ылғалдылықтың ауытқуларын ерте ескерту жүйелері арқылы бақылап отырады. Бұл әсіресе вакциналарды сақтау мен биологиялық үлгілерді зертханалық жағдайда сақтау үшін маңызды.

Температура мен ылғалдылық датчиктері медицинаның түрлі салаларында кеңінен қолданылып, пациенттердің жағдайын бақылау, медициналық жабдықтардың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету, дәрілік заттарды сақтау және зертханалық зерттеулер жүргізу үшін маңызды рөл атқарады. Олар медицинадағы тиімділік пен қауіпсіздікті арттырып, диагностика мен емдеудің сапасын жақсартуға көмектеседі.

### 2.2.1 LM35 және DHT11 температура датчиктерін салыстыру нәтижесі

[10] Температураны өлшеуге арналған кең таралған датчиктер қарапайым қолданбаларда жиі қолданылады. Осындай датчиктарға LM35 және DHT11 жатады. Бұл датчиктер қарапайым құрылымы мен жеңіл іске асырылуына байланысты кең қолданысқа ие.

DHT11 датчигі - температура мен ылғалдылықты өлшеуге арналған біріктірілген құрылғы болып табылады. Бұл датчик өңделген цифрлық сигналды шығарады, яғни деректер нақты әрі сенімді беріледі. DHT11 датчигі физикалық шамаларды температура мен ылғалдылықты, кернеу сигналына түрлендіріп, кейін оларды сандық дерек түрінде шығарады. Бұл датчиктің артықшылығы – қарапайым құрылымы, бағасы қол жетімді, дәлдігі жоғары, төмен қуат тұтынуы, оңай қосылуы және салыстырмалы түрде дәл жұмыс істеуі арқылы әртүрлі ортада қоршаған ортаның параметрлерін бақылау үшін тиімді шешім болып табылады.



Кесте 2.5 – LM35 және DHT11 температура датчиктерінің техникалық сипаттамалары бойынша салыстырмалы талдауы

| Критерий                    | LM35                                         | DHT11                                           |
|-----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Өлшейтін параметрлер        | Температура                                  | Температура және ылғалдылық                     |
| Шығыс сигналы түрі          | Аналогтық кернеу (10 мВ/°C)                  | Сандық (цифрлық) сигнал                         |
| Температура өлшеу диапазоны | -55 °C – +150 °C                             | 0 °C – +50 °C                                   |
| Дәлдігі                     | ±0.5 °C                                      | ±2 °C (температура), ±5% (ылғалдылық)           |
| Ылғалдылықты өлшеу          | Жоқ                                          | Бар                                             |
| Құрылым күрделілігі         | Өте қарапайым                                | Орташа күрделілік                               |
| Қуат тұтынуы                | Орташа                                       | Төмен                                           |
| Құны                        | Орташа                                       | Төмен                                           |
| Қолдану ыңғайлылығы         | Аналогтық сигналды түрлендіру қажет          | Деректер дайын форматта шығарылады              |
| Қосымша артықшылықтары      | Кең температура диапазоны, жоғары сызықтылық | Ылғалдылықты қатар өлшейді, қарапайым интерфейс |

### 2.2.2 DS18B20 және DHT11 температура датчиктерін салыстыру

DS18B20 датчигі – температураны өлшеуге арналған кеңінен қолданылатын цифрлық құрылғы. Ол түрлі электрондық жобаларда, автоматтандырылған жүйелерде, сондай-ақ тұрмыстық және өнеркәсіптік мақсаттарда қолданылады. Бұл датчик температураны өлшеп, оны микроконтроллерге сандық түрде жібереді. Сол себепті оны Arduino, ESP32, Raspberry Pi сияқты платформалармен оңай біріктіруге болады. Бұл датчиктің негізгі артықшылығы – жоғары дәлдігі және кең өлшеу диапазоны. Яғни, ол - 55 °C-тан +125 °C-қа дейін температураны өлшей алады және әр өзгерісті 0.1 °C-қа дейінгі дәлдікпен көрсете алады. DS18B20 шағын, сенімді және орнатуға қолайлы датчик болып келеді.



2.10-сурет – DS18B20 температура датчигі.

Кесте 2.6 – DHT11 және DS18B20 датчиктерін салыстыру кестесі

| Салыстыру критерийі         | DHT11                                 | DS18B20                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Өлшейтін параметрлер        | Температура және ылғалдылық           | Температура                                     |
| Температура өлшеу диапазоны | 0 °C – +50 °C                         | -55 °C – +125 °C                                |
| Дәлдігі                     | ±2 °C (температура), ±5% (ылғалдылық) | ±0.5 °C                                         |
| Ылғалдылықты өлшеу          | Бар                                   | Жоқ                                             |
| Шығыс сигналы               | Цифрлық(бір бағыттағы дерек желісі)   | Цифрлық (1-Wire протоколы)                      |
| Қуат көзі (кернеу)          | 3.3V – 5V                             | 3.0V – 5.5V                                     |
| Қуат тұтынуы                | Өте төмен                             | Төмен                                           |
| Микроконтроллермен қосылуы  | Оңай (дерек, Vcc, GND пиндері)        | Орташа күрделілік (1-Wire конфигурациясы қажет) |
| Бағасы                      | Өте арзан                             | Орташа                                          |

Температураны өлшеуге арналған үш танымал датчик – DHT11, DS18B20 және LM35 – техникалық мүмкіндіктері мен қолдану ерекшеліктері бойынша салыстырылды. LM35 аналогтық сигнал шығарады және кең диапазонда жұмыс істейді, бірақ оны цифрлық құрылғылармен пайдалану үшін қосымша түрлендіру қажет. DS18B20 нақты әрі тұрақты температура көрсеткіштерін бере алады және бір желіге бірнеше датчикті қосуды қолдайды. Алайда, оның орнату және баптау процесі анағұрлым күрделі

болып келеді. Бұл тұрғыда, DHT11 датчигі – ең оңай және тиімді шешім ретінде ерекшеленеді. Оның басты артықшылықтары — құрылымының қарапайымдылығы, бағасының қолжетімділігі және температурамен қатар ылғалдылықты да өлшеу мүмкіндігі. DHT11 сандық сигналмен жұмыс істейтіндіктен, мәліметтерді оқу оңай және қосу барысында артық қиындық тудырмайды. Ол төмен қуат тұтынуымен, шағын өлшемімен және сенімділігімен көптеген қарапайым автоматтандырылған жүйелер үшін өте қолайлы.

### **2.3 Электрокардиограмма (ЭКГ) технологиясын IoT жүйесіне біріктіру және оның артықшылықтары**

Адам ағзасындағы жүрек ауруларын жүректен таралатын электрлік сигнал арқылы анықтауға болады, бұл сигнал — электрокардиограмма (ЭКГ) деп аталады. Сонымен қатар, жүрек соғысының жиілігі (BPM — минутына соғу саны) де маңызды көрсеткіш болып табылады.

ЭКГ — жүректің электрлік импульстерінің нәтижесі, дәл осы сигнал жүрек бұлшықетін жиырылуға итермелейді. Бұл электрлік белсенділік арнайы құрылғылар арқылы тіркеліп, нәтижесі толқын тәрізді график түрінде мониторда немесе миллиметрлік қағазда көрсетіледі [11]. Электрокардиограмма (ЭКГ) технологиясын Интернет заттар (IoT) жүйесіне біріктіру арқылы жүрек қызметін қашықтан, нақты уақытта бақылауға мүмкіндік туады. Мұндай жүйелер медициналық бақылауды автоматтандыруға, науқастардың жағдайын үздіксіз бақылауға және жедел реакция жасауға жол ашады. IoT негізіндегі ЭКГ жүйелері жүрек ауруларының диагностикасын жеңілдетіп, мониторинг процесін тиімді етеді. Жүйенің жұмыс принципі былайынша болады, ЭКГ сенсоры жүрек сигналдарын өлшейді. ESP32 немесе басқа микроконтроллер алынған сигналды цифрлық форматқа айналдырып, оны Wi-Fi арқылы қосымша құрылғыға немесе мобильді құрылғыға жібереді. Қолданушы немесе дәрігер нақты уақытта ЭКГ-ны көре алады. Егер жүрек ритмінде күдікті өзгерістер байқалса, жүйе ескерту жібереді.

IoT негізіндегі ЭКГ жүйесінің артықшылықтары:

- Қашықтан медициналық бақылау, әсіресе жүрек аурулары бар науқастар үшін өте тиімді.
- Нақты уақыттағы мониторинг арқылы дәрігерлер мен пациенттер арасында жылдам ақпарат алмасу.
- Деректерді жинау және ұзақ мерзімді талдау мүмкіндігі.
- Мобильді құрылғылармен біріктіру арқылы пайдаланудың ыңғайлылығы.

IoT негізіндегі ЭКГ жүйелері болашақ медицинаның маңызды бөліктерінің бірі болып табылады. Олар диагностика мен бақылауды жылдамдатып, дәрігер мен науқас арасындағы байланысты жеңілдетеді.

Мұндай технологиялар әсіресе шалғай аймақтардағы пациенттер мен жүрек аурулары бар адамдар үшін өте пайдалы.

## **2.4 AD8232 негізіндегі ЭКГ сигналдарын тіркеу және IoT жүйелерінде қолдану**

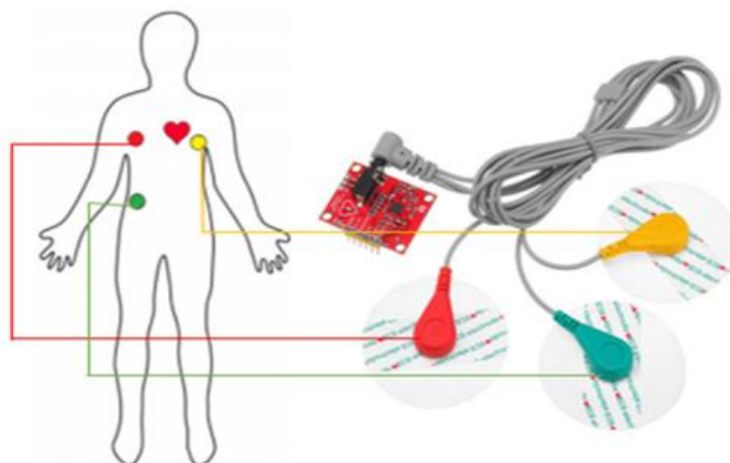
AD8232 датчигі - жүрек бұлшық етінің электрлік белсенділігін белгілі бір уақыт аралығында тіркеуге арналған сенсор. Бұл құрылғы жүректен таралатын әлсіз электр сигналдарын қабылдап, оларды электрокардиограмма (ЭКГ) ретінде көрсетеді. AD8232 модулінің басты артықшылығы — оның жалғыз аналогтық шығыс порты арқылы ЭКГ сигналын алу мүмкіндігі, бұл оны түрлі микроконтроллерлермен оңай қосуға мүмкіндік береді. Модульден алынған сигналдарды нақты уақытта монитордан байқауға болады немесе оларды сымсыз байланыс арқылы серверге жіберіп, жүрек қызметін қашықтан бақылауға мүмкіндік туады. AD8232 датчигі қарапайым құрылымына байланысты көбінесе оқу мақсатында, ғылыми жобаларда немесе медициналық IoT құрылғыларын жасау үшін қолданылады. Оның негізгі мақсаты — қозғалыс, электродтың дұрыс орналаспауынан туындаған кедергілер сияқты жағдайларда да өте әлсіз биопотенциалды сигналдарды анықтап, оларды күшейтіп және қажетсіз шудан тазартып, сүзгіден өткізу.

ЭКГ сигналы график түрінде жазылып, қашықтан бақылау үшін қосымшаға жіберіледі. Бұл жүрек жұмысына кез келген жерде бақылау жүргізуге мүмкіндік береді. Бір шығыс пині бар, жүрек ритмі датчигінде үш электрод қолданылады, олардың әрқайсысының түсі әртүрлі: қызыл, сары және жасыл. Бұл электродтар жабысқақ сенсорлық жапсырмаларға (падтарға) жалғанады және оларды адамның денесіне орналастыру арқылы жүректің электрлік белсенділігін дәл қабылдауға болады. Жүрек пен сенсорлық жастықшалардың жақындығы ең жақсы өлшемді растайды.

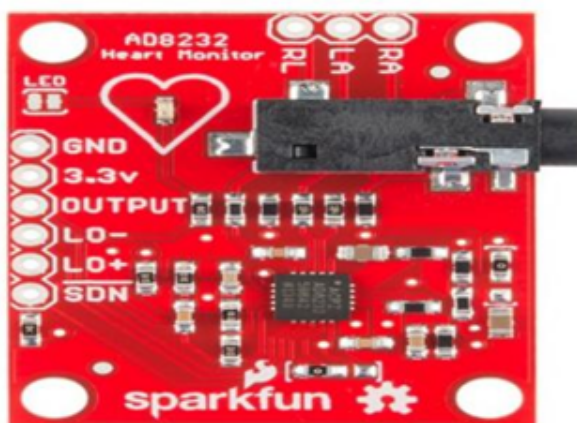
2.7-кестеде сенсорлық жастықшалардың түстері және олардың адам денесінде орналасуы көрсетілген.

Кесте 2.7 – Сенсорлық жастықшалардың түстері және олардың адам денесінде орналасуы

| Сенсорлық жастықшалардың түсі | Орналасуы |
|-------------------------------|-----------|
| Қызыл                         | Оң қол    |
| Жасыл                         | Оң аяқ    |
| Сары                          | Сол қол   |



2.11-сурет – AD8232 орналасуы



2.12-сурет – AD8232 бір сымды жүрек соғу жиілік сенсоры

AD8232 датчигі - жүрек бұлшық етінің электрлік белсенділігін дәл әрі тиімді түрде тіркеуге мүмкіндік беретін датчик. Бұл датчиктің басты артықшылығы — оның қарапайым құрылымы мен бір ғана аналогтық шығыс порты арқылы алынатын ЭКГ сигналдары, бұл оны түрлі микроконтроллерлермен оңай біріктіруге мүмкіндік береді. Мұндай ерекшеліктер AD8232-ні тек ғылыми зерттеулерде, оқу мақсатында ғана емес, сонымен қатар медициналық IoT құрылғыларын жасау үшін де өте тиімді. Бұл датчик жүректен таралатын әлсіз электр сигналдарын қабылдай отырып, оларды күшейтіп, фильтрациялайды, яғни электрлік шу мен кедергілерге қарамастан дәл нәтижелер береді. ЭКГ сигналдарын нақты уақытта мониторинг жасай отырып, алынған мәліметтерді сымсыз байланыс арқылы серверге жіберуге мүмкіндік туады. Бұл мүмкіндіктер қашықтан бақылауды жүзеге асыруға және медициналық қызметтерді жақсартуға ықпал етеді. AD8232 датчигі өзінің жоғары сезімталдығы, қолжетімділігі және қарапайымдылығымен медициналық мониторинг жүйелерінде маңызды рөл атқара алады. Оның көптеген мүмкіндіктері ғылыми зерттеулер мен



тәжірибелерде қолданыс тапты және болашақта да тиімді пайдаланылуы мүмкін [11].

## **2.5 Фотоплетизмография әдісіне негізделген HW-827 сенсорына шолу**

HW-827 — адамның жүрек соғу жиілігін өлшеуге арналған оптикалық пульс датчигі. Бұл датчик фотоплетизмография (PPG) әдісіне негізделіп жұмыс істейді, яғни терідегі қан көлемінің өзгеруіне байланысты жарықтың шағылуын өлшеу арқылы жүрек соғысын тіркейді. Құрамына HW-827 сенсор тақшасы, саусаққа арналған дөңгелек фотосенсор, жұмсақ кабель кіреді. HW-827 датчигінде жарықдиод теріге жарық жібереді. Қан айналымының әсерінен жарықтың шағылу деңгейі өзгереді. Бұл өзгерісті фотодетектор қабылдап, аналогтық сигналға түрлендіреді. Бұл сигнал жүрек соғысының жиілігіне сәйкес болады және оны микроконтроллерлер арқылы өңдеуге болады. HW-827 датчигінің басты артықшылықтарының бірі — оның бағасының қолжетімділігі. Бұл датчикті кез келген оқу немесе зертханалық жобаға пайдалануға мүмкіндік береді. Құрылымы өте қарапайым болғандықтан, оны орнату мен қолдану аса қиындық туғызбайды. Сонымен қатар, HW-827 әртүрлі микроконтроллерлермен платформалармен оңай үйлеседі. Бұл оны кең көлемді жобаларда қолдануға ыңғайлы етеді. Сенсор нақты уақыт режимінде жүрек соғысын бақылауға мүмкіндік береді. Бұл қасиет медициналық бақылау немесе биологиялық кері байланыс жүйелерінде өте маңызды болып келеді.



2.13-сурет – HW-827 датчигі

2.8-кестеде HW-827 датчигінің техникалық сипаттамасы көрсетілген

Кесте 2.8 - HW-827 датчигінің техникалық сипаттамасы

| Параметр            | Мәні                      |
|---------------------|---------------------------|
| Жұмыс кернеуі       | 3.3V – 5V                 |
| Ток тұтыну          | 4 мА                      |
| Шығыс сигналы       | Аналогтық                 |
| Интерфейс           | Аналог                    |
| Датчик түрі         | Фотодиод + инфрақызыл LED |
| Мөлшері             | Шамамен 28 мм x 24 мм     |
| Қосу интерфейсі     | 3 pin: VCC, GND, OUT      |
| Жұмыс температурасы | -25°C – +85°C             |

HW-827 пульс сенсорының артықшылықтары мен таңдау себептері бірнеше маңызды аспектілерден тұрады. Біріншіден, бұл сенсор қолдануға жеңіл және арнайы білім немесе тәжірибе қажет етпейді. Оның құрамындағы фотоплетизмографиялық (PPG) технологиясы жүрек соғуын анықтау үшін жеткілікті дәлдікпен жұмыс істейді, бұл оны микроконтроллерлермен бірге пайдалануға өте ыңғайлы етеді. HW-827 датчигі сондай-ақ арзан және қолжетімді болып табылады, ол басқа жоғары технологиялық медициналық құрылғылармен салыстырғанда әлдеқайда арзан, бірақ тиімді нәтиже береді. Оның қосылуы мен бағдарламалануы өте қарапайым, сенсордың аналогтық шығысы нақты уақыттағы пульс деректерін алу үшін аз ғана кодты қолдану арқылы алынуы мүмкін. Бұл сенсорды Arduino сияқты ашық платформаларда қолдану үшін барлық қажетті ақпаратты табу оңай. HW-827 сенсорының сапасы өте жоғары, ол тұрақты жұмыс істеуге және ұзақ уақыт бойы қызмет етуге арналған.

## 2.6 Интернет заттары (IoT) жүйесіндегі MQTT протоколының жұмыс принципі мен тиімділігі

Интернет заттары (IoT) — бұл біздің компьютерлермен және техникалық құрылғылармен өзара әрекеттесу әдісін түбегейлі өзгертуге бағытталған жаңа технологиялық концепция. Ол өзара ақпарат алмасатын түрлі құрылғылардан тұратын жаһандық желі ретінде сипатталады]. Бұл жаңашылдық денсаулық сақтау, экономика, инженерия, ресурстарды басқару және күнделікті өмір сияқты көптеген салаларда жаңа мүмкіндіктер ашады. Нәтижесінде әртүрлі салалар осы парадигманы пайдалану жолдарын зерттеп, болашақ технологияларда маңызды орын алу үшін бәсекелесуде. IoT-дің жылдам дамуы дәлелденіп отыр, себебі 2020 жылы Интернетке қосылған IoT құрылғыларының саны әдеттегі құрылғылардың санынан асып түсті. Пандемияның салдарынан чиптердің тапшылығына қарамастан, Интернетке 12,3 миллиард IoT құрылғысы қосылып, бұл көрсеткіш 2025 жылға қарай 27 миллиардқа жетеді деп болжануда. IoT-дің негізгі ерекшеліктерінің бірі —

оның динамикалық және әртүрлі болуы, бұл өз кезегінде MQTT , Bluetooth Low-Energy (BLE), ZigBee , Constrained Application Protocol (CoAP) сияқты көптеген түрлі протоколдардың пайда болуына себеп болды. Бұл ерекшелік IoT құрылғыларына да қатысты, себебі олар қарапайым датчиктерден бастап, серверге ақпарат жіберетін қуатты есептеу жүйелеріне дейін әртүрлі болуы мүмкін [12].

MQTT — бұл IBM компаниясы 1999 жылы шығарған стандартталған жариялау/жазылу Push протоколы , ол TCP негізінде жұмыс істейді және машина-машина (M2M) коммуникацияларына арналған, төмен өткізу қабілеттілігі бар желілерде құрылғыларды қосуға өте пайдалы. MQTT бұл IoT жүйелерінде кеңінен қолданылатын протокол, оның тиімділігінің арқасында . MQTT — бұл жеңілдетілген жариялау/жазылу хабарлама алмасу протоколы . Оның архитектурасы жұлдыз тәрізді топологияны ұстанады, мұнда орталық түйін сервер немесе брокер рөлін атқарады, ол желіні басқару мен хабарламаларды тарату үшін жауап береді. Коммуникация тақырыптар бойынша жүзеге асады. Брокер клиенті хабарламаны белгілі бір тақырып бойынша жариялайды, ал оны қабылдағысы келетін клиенттер сол тақырыпқа жазылуы керек. Коммуникация 1-ге 1 немесе 1-ге N түрінде және нақты уақыт режимінде жүргізілуі мүмкін. Тақырыптар иерархиялық құрылыммен жазылған жолмен көрсетіледі, әрбір деңгей «/» символымен бөлінеді.

MQTT деректерді ұзақ уақыт бойы желілік кідірістер мен төмен өткізу қабілеттілігі жағдайында дәл жеткізу үшін жасалған [13]. MQTT (Message Querying Telemetry Transfer) протоколы энергия тиімді коммуникацияларды қамтамасыз етуге бағытталған. Бұл протокол IoT ортасында кеңінен қолданылады, себебі ол құрылғылар арасындағы деректер алмасуды тиімді және аз қуат тұтынуымен жүзеге асырады. MQTT протоколы үш негізгі компоненттен тұрады: баспагер, брокер және жазылушы. Бастапқыда MQTT хаттамасы абонент құрылғыларының жиынтығы ретінде қарастырылды, олар кез келген уақытта жаңа деректерді қабылдауға дайын болатындай етіп жаңартылды. Абоненттік модуль баспагер модуліне сұраныс жібереді, ол өз кезегінде брокер арқылы сұрауды алып, жаңа деректерді алу үшін жазылушы модулінен ақпаратты сұрайды. Осыдан кейін баспагер модулі жазылушы модулін тексеріп, өтінішті қабылдайды және қажетті деректерді жіберуді бастайды. MQTT протоколы әсіресе мобильді құрылғылар үшін тиімді етеді, себебі ол энергияны үнемдеуге көмектеседі және деректерді жеткізудің тиімді тәсілін ұсынады [14].

MQTT протоколының негізгі ұғымдары:

1. Жариялау және жазылу: MQTT протоколында баспагер хабарламаларды жариялайды, ал жазылушылар өздері қызығушылық танытқан тақырыптарға жазылып, соларға қатысты хабарламаларды алады. Бұл әдетте «жариялау/жазылу» моделі деп аталады. Жазылушылар тек өздеріне қатысты тақырыптарды таңдайды, осы арқылы олар осы тақырыптарда жарияланған барлық хабарламаларды алады. Ал баспагерлер

хабарламаларды сол тақырыптарда жариялап, барлық жазылушыларға олардың қолжетімді болуын қамтамасыз етеді.

2. Тақырыптар мен жазылымдар: MQTT протоколында баспагер хабарламаларды белгілі бір тақырыпта жариялайды, және бұл тақырыптар хабарламаның тақырыбы ретінде қарастырылады. Жазылушылар өздеріне қажетті хабарламаларды алу үшін осы тақырыптарға жазылады. Тақырыптарға жазылымдар хабарламаларды тек белгілі бір тақырыптар бойынша жинауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, тақырыптарда деректерді бірнеше байланысты тақырыптардан алу үшін орынбасарлар қолдануға болады.

3. Қызмет көрсету сапасы (QoS): MQTT протоколы деректердің таралу сапасын қамтамасыз ету үшін қызмет көрсету сапасының (QoS) деңгейлерін анықтайды. Бұл протокол үш түрлі сапа деңгейін ұсынады:

- QoS0 (бір рет қана): Бұл деңгейде хабарлама тек бір рет жіберіледі, бірақ оның жеткізілуі кепілдендірілмейді.

- QoS1 (кем дегенде бір рет): Бұл деңгейде хабарлама кем дегенде бір рет жіберіледі, бірақ оның бірнеше рет жіберілуі мүмкін, егер хабарлама қайталанатын болса.

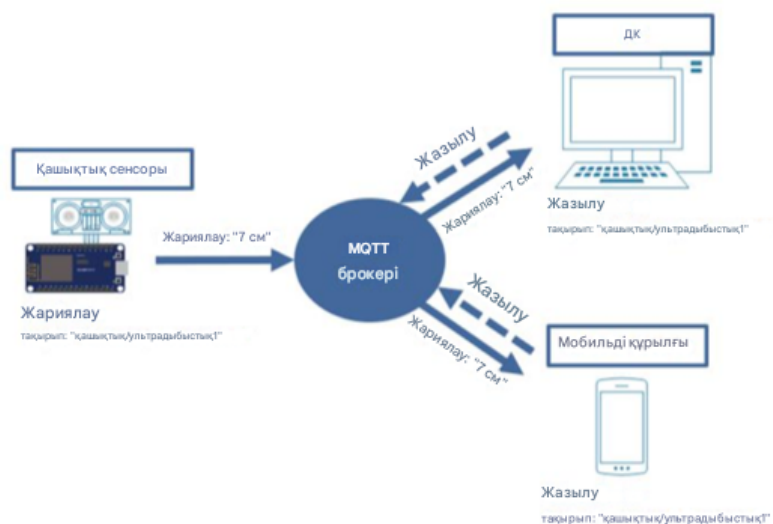
- QoS2 (тек бір рет): Бұл деңгейде хабарлама нақты бір рет, тексерілген байланыс растамасымен жіберіледі. QoS деңгейін таңдау жүйенің талаптарына байланысты болады. Мысалы, егер жүйе деректердің тұрақты жеткізілуін талап етсе, QoS2 деңгейін пайдалану керек, тіпті уақытша кідірістер болса да.

4. Сақталған хабарламалар: MQTT протоколында хабарламалар брокерде сақталып, ол барлық ағымдағы клиенттерге таратылады. Егер жаңа жазылушы осы тақырыпқа қосылса, онда ол бұрын жарияланған сақталған хабарламаларды алады.

5. Таза сессиялар және сенімді байланыстар: Жазылушы брокермен байланыс орнатқан кезде, егер сессияның мәні false болса, сессия тұрақты деп есептеледі. Осы жағдайда жоғары сапалы QoS деңгейіндегі хабарламалар сессия қайта жаңартылған кезде жеткізу үшін сақталады.

6. Таңдау хат: Клиент брокерге өзінде «мұрағат» хабарламасы бар екенін хабарлай алады, ол күтпеген жағдайларда белгілі бір тақырыпқа немесе тақырыптарға жіберілуі керек. Мұндай мұрағаттар қауіпсіздік жүйелерінде немесе сигнализацияда өте пайдалы, себебі олар жүйемен байланыс жоғалған кезде менеджерлерге бірден хабар береді [13].

MQTT протоколының жұмыс істеу архитектурасы 2.14-суретте көрсетілген [15].

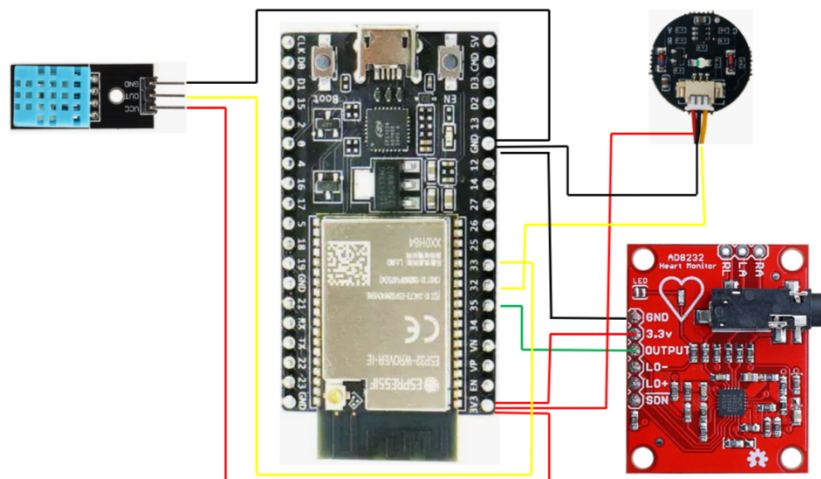


2.14-сурет – MQTT протоколының жұмыс істеу архитектурасы

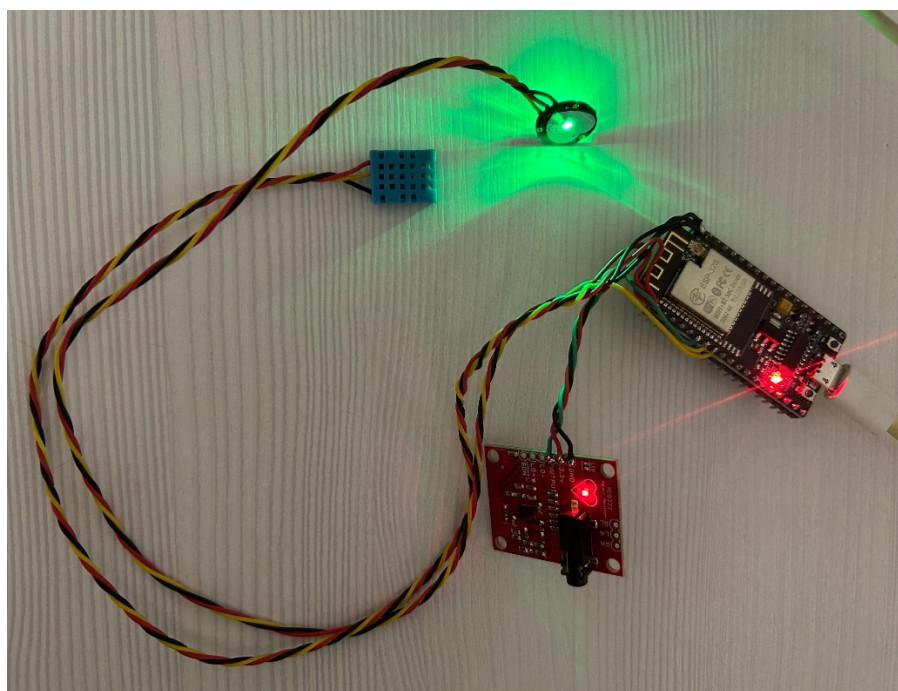
MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) — жеңіл әрі тиімді хабар алмасу протоколы, әсіресе аз қуат тұтынатын құрылғылар мен ресурстарды үнемдейтін жүйелер үшін өте қолайлы. MQTT-дің қарапайым құрылымы мен жоғары тиімділігі оны IoT (Internet of Things), үй автоматтандыруы, мобильді қосымшалар және басқа да түрлі салаларда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. MQTT-дің ең басты артықшылығы оның жеңіл салмағы мен жылдамдығында жатыр. Бұл протокол аз ресурстарды қажет етіп, деректерді минималды көлемде әрі жылдам жеткізуді қамтамасыз етеді, бұл төмен қуат тұтынатын құрылғыларға өте қолайлы. MQTT IoT құрылғылары мен жүйелері үшін өте тиімді шешім болып табылады, себебі құрылғылар арасында байланыс өте жылдам әрі ресурстарды аз тұтыну арқылы жүзеге асады. MQTT масштабталуы жағынан да үлкен артықшылыққа ие. Ол бірнеше құрылғыдан бастап, миллиондаған құрылғыларға дейін тиімді жұмыс істей алады, бұл оны ауқымды жобалар мен үлкен жүйелер үшін қолайлы етеді. Протокол кез келген көлемдегі құрылғылар мен жүйелерді біртұтас басқаруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, MQTT протоколы жоғары деңгейде қауіпсіздік пен сенімділікке ие. Хабарламалар шифрланады, ал қосылымдар TLS/SSL арқылы қорғалады, бұл деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, аутентификация мен авторизация механизмдері арқылы жүйенің қауіпсіздігі. MQTT қазіргі таңда ақпарат алмасудың ең қолайлы және кеңінен қолданылатын шешімдерінің бірі болып табылады.

### 3 IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан мониторингтеу жүйесін іске асыру

Алдыңғы бөлімде қолданылған мәліметтерді ала отырып, жоба келесідей құрастырылады.



3.1-сурет – Жобаның құрылымдық схема



3.2-сурет – Жасалынған жоба

Бұл жобада қолданылған DHT11, HW-827, AD8232, ESP32 және MQTT протоколы – адам денсаулығын қашықтан бақылауға арналған тиімді шешімдер ретінде таңдалды. Бұл компоненттер нақты биомедициналық параметрлерді өлшеуге және оларды өңдеп, желі арқылы жіберуге мүмкіндік

береді. Атап айтқанда, DHT11 сенсоры температура мен ылғалдылықты өлшеу үшін қолданылды, өйткені бұл көрсеткіштер адамның денсаулығына әсер ететін маңызды факторлар болып табылады. HW-827 жүрек соғысы сенсоры жүрек соғу жиілігін нақты уақыт режимінде өлшеуге мүмкіндік береді және адамның физикалық күйі мен стресс деңгейін бағалауға көмектеседі. AD8232 сенсоры медициналық деңгейде жүрек ырғағын (ЭКГ) жазуға мүмкіндік береді, бұл жүрек-тамыр жүйесінің жағдайын тереңірек зерттеуге қажет. Барлық осы сенсорлардан алынған мәліметтер ESP32 микроконтроллері арқылы өңделіп, Wi-Fi арқылы бұлтқа жіберіледі. ESP32 — қуатты, көп функционалды және арзан құрылғы, ол сенсорлармен бірігіп жұмыс істеуге өте қолайлы. Ал деректерді бұлтқа сенімді әрі тұрақты түрде жеткізу үшін жеңіл әрі тиімді MQTT протоколы таңдалды. Бұл хаттама нақты уақыттағы мәлімет алмасуға және бірнеше құрылғы арасындағы байланысты басқаруға өте ыңғайлы. Осы компоненттердің барлығы адамның денсаулық көрсеткіштерін дәл және үнемі бақылау үшін тиімді шешім ретінде қолданылды.

### **3.1 Деректерді жинау, өңдеу және қашықтан бақылауға бағытталған сенсорлық модульдердің қосылу тәртібі**

DHT11 сенсорының үш сымы бар: VCC – бұл сым сенсорға қуат береді. Оны ESP32-дің 3.3V пиндеріне қосамыз. GND – бұл сым жерге қосылады. Оны ESP32-дің GND пиніне қосамыз. DATA – бұл сым сенсордан алынған деректерді ESP32-ге жібереді. Оны ESP32-дің 33 пиніне қосамыз.

AD8232 сенсорының бірнеше пині болады, бірақ бізге негізінен келесі пиндер керек: 3.3V – сенсорды қуаттандырады, сондықтан оны ESP32-нің 3.3V пиніне қосамыз. GND – бұл сым жерге қосылады, оны ESP32-нің GND пиніне қосамыз. OUTPUT – бұл сым жүрек соғуы туралы мәліметтерді ESP32-ге жібереді. Оны ESP32-дің 35 пиніне қосамыз.

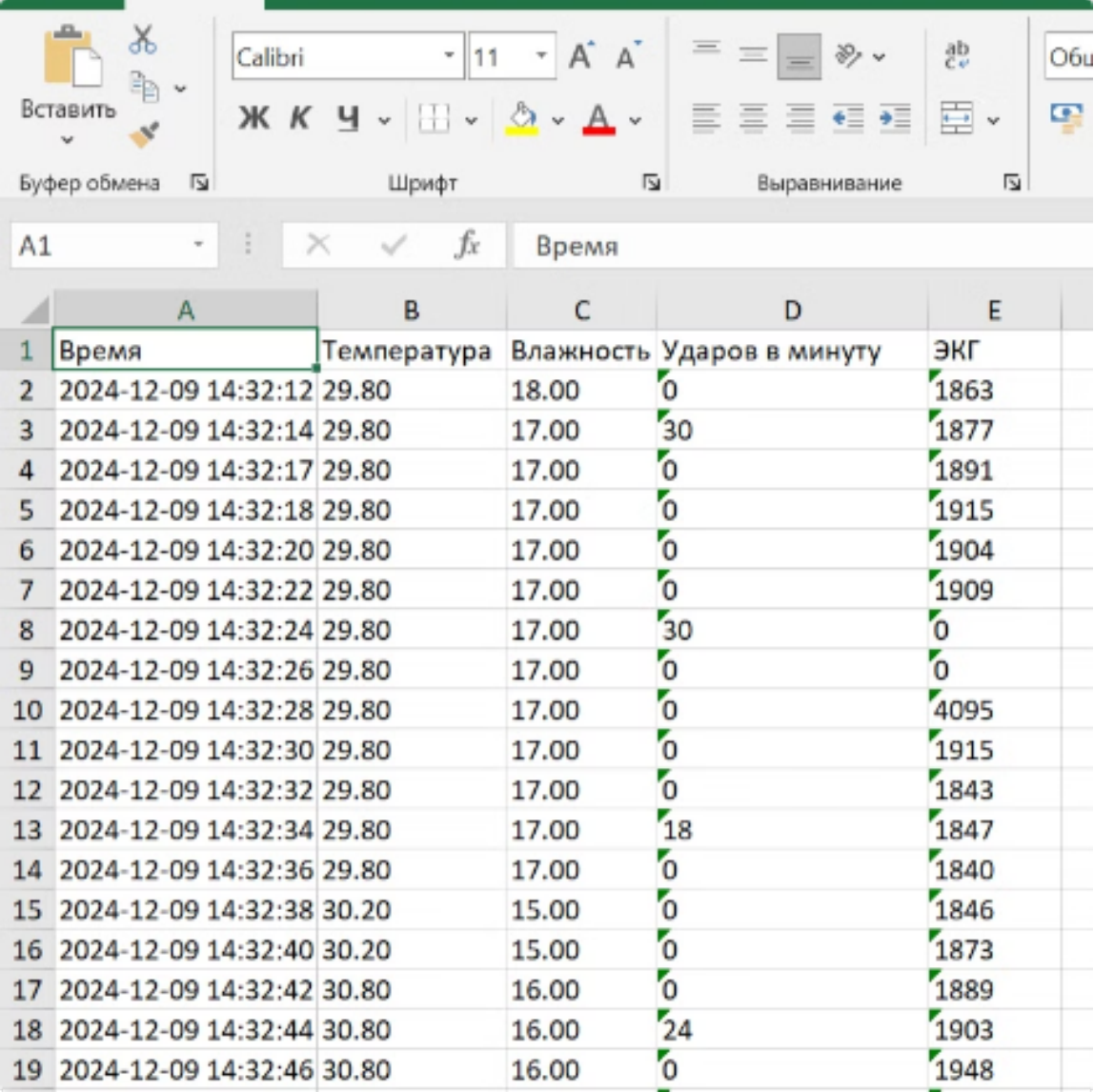
HW-827 сенсорының да бірнеше сымы болады: VCC – сенсорды қуаттандыратын сым. Бұл сымды ESP32-нің 3.3V пиніне қосамыз. GND – бұл сым жерге қосылады, оны ESP32-нің GND пиніне қосамыз. OUT – бұл сым сенсордың биосигналын ESP32-ге жібереді. Оны ESP32-дің 32 пиніне қосамыз.

Барлық сенсорлар ESP32-ге жалғанып, қуат берілгеннен кейін, ESP32 әр сенсордан мәлімет жинай бастайды. Қуат қуаттағыштан беріледі. Мысалы, DHT11 температура мен ылғалдылықты, AD8232 жүрек соғысын, ал HW-827 оттегі деңгейін өлшейді. ESP32 бұл мәндерді жинап, Wi-Fi арқылы интернетке қосылады. Интернетке қосылғаннан кейін, ESP32 барлық мәліметтерді MQTT деп аталатын арнайы протокол арқылы серверге жібереді. MQTT – бұл жеңіл әрі сенімді байланыс әдісі, ол арқылы сіздің құрылғыңыз интернет арқылы нақты уақыттағы деректерді жібере алады. MQTT арқылы жіберілген ақпаратты сіз кез келген құрылғыдан көре аласыз: компьютерден, телефоннан



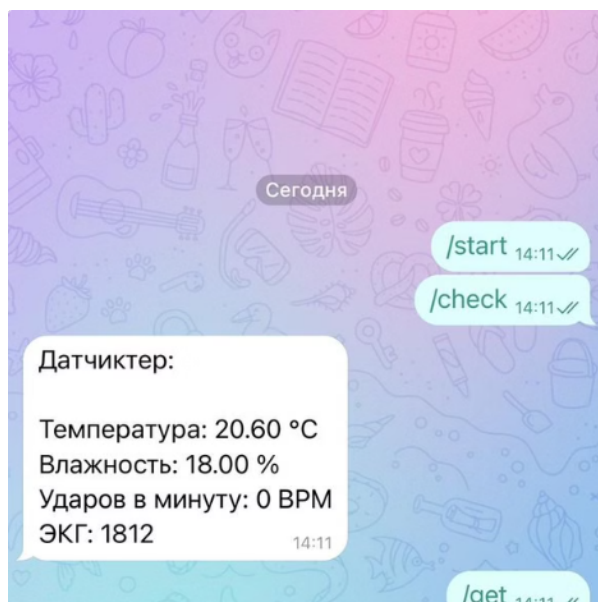
немесе арнайы жасалған веб-интерфейстен. Мысалы, температура 26 градус, ылғалдылық 55%, жүрек соғысы 78 рет минутына, ал оттегі деңгейі 98% деп көрсетіледі. Бұл мәліметтер әр 1–2 секунд сайын жаңарып отырады. ESP32-ге сыммен дұрыс қосқан соң, олар адам денсаулығы туралы нақты ақпарат береді. Ал ESP32 бұл ақпаратты интернет арқылы сізге жеткізеді. Бұл – қарт адамдарға, жүрек ауруы бар адамдарға немесе алыстағы науқастарды бақылауға арналған пайдалы жүйе. Барлық процесс толығымен автоматты түрде жүреді және сізге нақты әрі шынайы уақыттағы деректерді береді.

Алынған ақпаратты телеграм бот , excel қосымшасы және арнайы интерфейстен бірер секунд ішінде көруге болады. Алынған ақпараттар келесі суреттердегідей көрсетіліп тұрады.

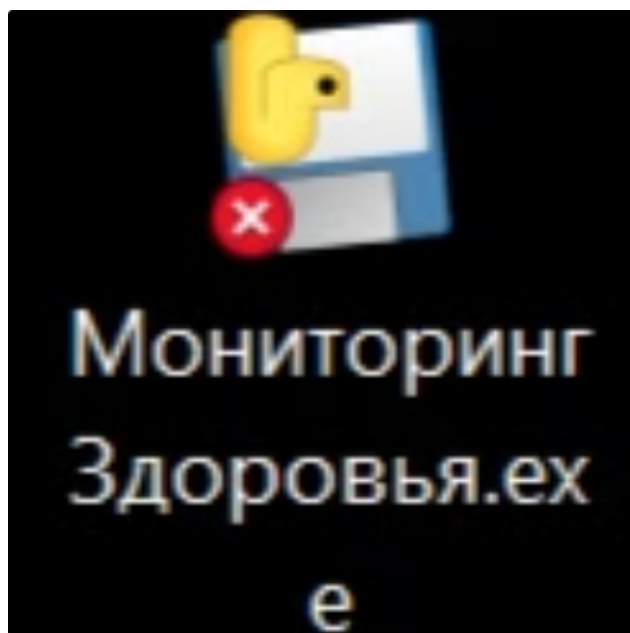


|    | A                   | B           | C         | D               | E    |
|----|---------------------|-------------|-----------|-----------------|------|
| 1  | Время               | Температура | Влажность | Ударов в минуту | ЭКГ  |
| 2  | 2024-12-09 14:32:12 | 29.80       | 18.00     | 0               | 1863 |
| 3  | 2024-12-09 14:32:14 | 29.80       | 17.00     | 30              | 1877 |
| 4  | 2024-12-09 14:32:17 | 29.80       | 17.00     | 0               | 1891 |
| 5  | 2024-12-09 14:32:18 | 29.80       | 17.00     | 0               | 1915 |
| 6  | 2024-12-09 14:32:20 | 29.80       | 17.00     | 0               | 1904 |
| 7  | 2024-12-09 14:32:22 | 29.80       | 17.00     | 0               | 1909 |
| 8  | 2024-12-09 14:32:24 | 29.80       | 17.00     | 30              | 0    |
| 9  | 2024-12-09 14:32:26 | 29.80       | 17.00     | 0               | 0    |
| 10 | 2024-12-09 14:32:28 | 29.80       | 17.00     | 0               | 4095 |
| 11 | 2024-12-09 14:32:30 | 29.80       | 17.00     | 0               | 1915 |
| 12 | 2024-12-09 14:32:32 | 29.80       | 17.00     | 0               | 1843 |
| 13 | 2024-12-09 14:32:34 | 29.80       | 17.00     | 18              | 1847 |
| 14 | 2024-12-09 14:32:36 | 29.80       | 17.00     | 0               | 1840 |
| 15 | 2024-12-09 14:32:38 | 30.20       | 15.00     | 0               | 1846 |
| 16 | 2024-12-09 14:32:40 | 30.20       | 15.00     | 0               | 1873 |
| 17 | 2024-12-09 14:32:42 | 30.80       | 16.00     | 0               | 1889 |
| 18 | 2024-12-09 14:32:44 | 30.80       | 16.00     | 24              | 1903 |
| 19 | 2024-12-09 14:32:46 | 30.80       | 16.00     | 0               | 1948 |

3.3-сурет – Excel қосымшасы



3.4-сурет – Телеграм бот



3.5-сурет – Арнайы қосымша

Осылайша, қашықтықтан бақылау жобасы құрылды. Бұл жоба қарт кісілерге, ауыр науқас кісілерге, балаларға және дәрігерлерге өте ыңғайлы, әрі тиімді болып келеді. Күнделікті емханаға барып жүру ыңғайсыздығын азайтады. Ендігі үйден отырып өлшеп, көріп бақылай алады. Дәрігерлер арнайы қосымша және Excel қосымшасы арқылы онлайн бақылап, нәтижесін сол мезетте көре алады. Ал, науқастардың өздері Телеграмм бот қосымшасы арқылы өздерінің өмірлік көрсеткіштерін бақылап отыра алады.

Бұл жоба өте тиімді жобалардың бірі деп есептеймін, себебі, құрылымы жеңіл, бағасы жағынан тиімді және өмірлік көрсеткіштерді жоғары

тұрақтылықпен көрсетеді. Ең ыңғайлы тұсы өзіңмен алып жүруге ыңғайлы, себебі салмағы аз және кіші көлемде болғандықтан көп орынды қажет етпейді.

### 3.2 Деректерді өңдеу және визуализациялау

Мониторингтеу жүйесін жүйесінің жұмысын бағалау үшін MATLAB бағдарламалық ортасын пайдалана отырып, деректерді визуализациялау жүзеге асырылды. Модельдеу барысында температура (DHT11), ылғалдылық және жүрек қағысы(HW-827) мен ЭКГ(AD8232) сигнал датчиктері алынды. Сондай-ақ, адам денсаулығының өмірлік көрсеткіштерін анықтау үшін шекті мәндер орнатылды.

Деректерді визуализациялау мысалы:

#### Command Window

```
>> %% IoT Денсаулық мониторинг жүйесінің модельдік есебі
% HW-827 (Пульс), DHT11 (Температура/Ылғал), AD8232 (ЭКГ), ESP32 (мәлімет жіберу)
clc; clear; close all;

%% 1. Параметрлер
fs = 1000;           % Үлгілеу жиілігі (Hz)
t = 0:1/fs:10;       % 10 секунд

%% 2. HW-827 - Пульс сигналы (PPG)
hr = 72;             % жүрек соғу жиілігі (BPM)
f_hr = hr / 60;      % Hz
pulse_signal = 0.6*sin(2*pi*f_hr*t) + 0.05*randn(size(t)); % Шулы пульс сигналы

% Фильтрация (қажет болса)
[b, a] = butter(2, [0.5 5]/(fs/2), 'bandpass');
pulse_filtered = filtfilt(b, a, pulse_signal);

%% 3. DHT11 - Температура және Ылғалдылық
time_min = 0:1:60;   % 60 секунд
temperature = 36.5 + 0.3*sin(2*pi*(1/60)*time_min); % Температура (°C)
humidity = 50 + 3*sin(2*pi*(1/30)*time_min);        % Ылғалдылық (%)
```

3.6-сурет –MATLAB ортасында IoT негізіндегі денсаулық мониторингтеу жүйесінің модельдік код фрагменті

#### Command Window

```
%% 4. AD8232 - ЭКГ сигналы
fs_ecg = 500;
t_ecg = 0:1/fs_ecg:5;
ecg_len = length(t_ecg);

% ЭКГ сигналын генерациялау (қарапайым синус-имитация)
ecg_signal = 1.5*sin(2*pi*1.3*t_ecg) + 0.3*sin(2*pi*17*t_ecg) + 0.1*randn(size(t_ecg));
% Альтернативті: ecg_signal = ecg(ecg_len)';

%% 5. Мәліметтерді "ESP32" арқылы серверге жіберу (имитация)
fprintf('Мәлімет жіберілді:\n');
fprintf('Температура: %.2f °C\n', temperature(end));
fprintf('Ылғалдылық: %.2f %%\n', humidity(end));
fprintf('Пульс: %.0f BPM\n', hr);

%% 6. Графиктерді көрсету
figure('Name', 'Денсаулық мониторингі');

subplot(4,1,1)
plot(t, pulse_filtered)
title('HW-827 - Пульс сигналы (сүзгіден өткен)')
xlabel('Уақыт (сек)'), ylabel('Амплитуда')
```

3.7-сурет –MATLAB ортасында AD8232 ЭКГ сигналының генерациясы және ESP32 арқылы мәлімет шығару код фрагменті

#### Command Window

```
figure('Name', 'Денсаулық мониторингі');

subplot(4,1,1)
plot(t, pulse_filtered)
title('HW-827 - Пульс сигналы (сүзгіден өткен)')
xlabel('Уақыт (сек)'), ylabel('Амплитуда')

subplot(4,1,2)
plot(time_min, temperature, '-o')
title('DHT11 - Температура (°C)')
xlabel('Уақыт (сек)'), ylabel('Температура')

subplot(4,1,3)
plot(time_min, humidity, '-o')
title('DHT11 - Ылғалдылық (%)')
xlabel('Уақыт (сек)'), ylabel('Ылғалдылық')

subplot(4,1,4)
plot(t_ecg, ecg_signal)
title('AD8232 - ЭКГ сигналы')
xlabel('Уақыт (сек)'), ylabel('Амплитуда')
|
```

3.8-сурет – MATLAB ортасында денсаулық көрсеткіштерінің графиктерін визуализациялау коды

Деректерді модельдеу үшін температура , ылғалдылық, жүрек соғу жиілігіне параметрлер берілген.

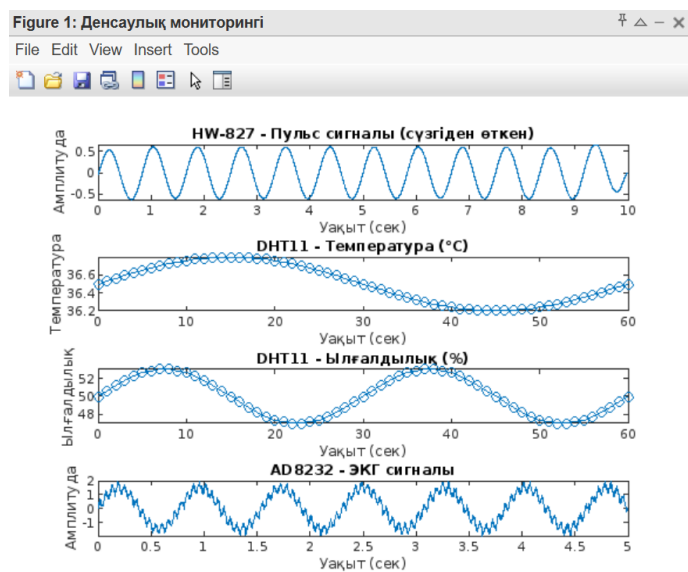
Параметрлері мынадай:

Температура – 36.5С.

Ылғалдылық – 50%

Жүрек соғу жиілігі – 72 Гц.

Осындай мәндерді ала отырып келесідей графикті көре аламыз.



3.9-сурет – MATLAB бағдарламасында мониторингтеу жүйесінің визуализациясы

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста адамның негізгі физиологиялық көрсеткіштерін нақты уақыт режимінде қашықтықтан бақылауға мүмкіндік беретін IoT (Internet of Things) технологиясына негізделген жүйе әзірленді. Зерттеу барысында қазіргі заманғы интернет заттары жүйесінің мүмкіндіктері қарастырылып, олардың денсаулық сақтау саласындағы қолдану аясын кеңейту жолдары зерделенді.

Жұмыстың басты нәтижесі ретінде жүрек соғу жиілігін (HW-827), электрокардиограмма сигналдарын (AD8232), сондай-ақ дене температурасы мен ылғалдылығын (DHT11) бақылауға арналған сенсорларды ESP32 микроконтроллері арқылы біріктіріп, алынған деректерді MQTT протоколы арқылы қашықтағы серверге жіберетін жүйе жасалды. Бұл шешім сенімді, нақты әрі төмен қуат тұтынатын платформа ретінде ерекшеленді.

Сонымен қатар, микроконтроллерлер мен сенсорлардың салыстырмалы талдауы жүргізіліп, функционалдығы, қуат тұтынуы, байланыс мүмкіндіктері және өңдеу жылдамдығы тұрғысынан ең тиімді компоненттер таңдалды. ESP32 микроконтроллері таңдалған құрылғылармен тиімді жұмыс істеуге және сымсыз байланыс арқылы мәліметтерді жіберуге мүмкіндік береді. Ал MQTT протоколы жүйенің мәлімет тасымалдау процесін жеңіл әрі тиімді етуге ықпал етті.

Жүйенің сенімділігі MATLAB ортасында модельдеу арқылы тексерілді. Құрылғыдан алынған нақты көрсеткіштер визуализацияланып, адам денсаулығының шекті параметрлерімен салыстырылды. Сонымен бірге, алынған мәліметтер Telegram-бот, Excel-кесте және арнайы қосымша арқылы пайдаланушы мен дәрігерге ыңғайлы интерфейспен ұсынылды. Бұл шешім дәрігерлер мен пациенттер арасында жедел байланыс орнатып, медициналық көмектің сапасын арттыруға бағытталған.

Жобаның артықшылықтарына мыналарды жатқызуға болады:

- Жүйенің қолжетімділігі мен жеңіл құрылымы;
- Шынайы уақытта нақты деректермен жұмыс істеуі;
- Қарттар мен балаларға ыңғайлы тасымалданатын модуль;
- Құны жағынан үнемді, әрі сенімділігі жоғары;
- Медициналық мекемелермен қатар, жеке қолдануға да ыңғайлы болуы.

Жалпы алғанда, бұл дипломдық жобада ұсынылған IoT технологиясына негізделген қашықтықтан денсаулықты мониторингтеу жүйесі қазіргі медициналық инфрақұрылымға енуге және азаматтардың өз денсаулығын бақылауына жол ашатын маңызды құрал бола алады. Болашақта жүйені жетілдіру арқылы оттегі деңгейін, қан қысымын, қандағы қант мөлшерін де қашықтан бақылау мүмкіндігін енгізу арқылы жобаның қолдану аясын кеңейтуге болады.

## ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] Zeeshan A. IoT security issues and challenges , 2024
- [2] Aaman K. S., Sudeepta B. Future of IOT: Emerging Trends, 2025
- [3] Taisir H.A. , Abdullahi A.I. , Alaa H.M. Design of Health Care Monitoring System Based on Internet of Thing (IOT) , 2020
- [4] Tanja Bratan, Malcolm Clarke. , Optimum Design of Remote Patient Monitoring Systems , 2006
- [5] Joel R. , Dante S. , Heres A. J. , Murilo H. S. Enabling Technologies for the Internet of Health Things , 2018
- [6] Hasmah M. , Siti S. M. , Nasiha S. Z., Nur Q.A.M.R. Portable Heart Rate Measurement for Remote Health Monitoring System , 2015
- [7] K. S. Hosan, Hasith V. P. , Vimukthi V. , Dasith W. Comparative Analysis of Arduino UNO R3 and ESP32 Microcontrollers: A Multi-Sensor Data Acquisition and Automation Perspective , 2025
- [8] R. D. Sharuiev , P. V. Popovych , Comparison of the Efficiency of a Neural Network for Image Recognition on Microcontrollers , 2024
- [9] Muhammad Z. I. , Muhammad S. Microcontrollers: A Comprehensive Overview and Comparative Analysis of Diverse Types , 2023
- [10] Sirojul H. , Perbandingan Akurasi Pengukuran Sensor LM35 dan Sensor DHT11 untuk Monitoring Suhu Berbasis Internet of Things , 2022
- [11] Md. Abdur Rahman , Md. Toufiquir Rahman , Tanzim N. , Remote monitoring of heart rate and ECG signal using ESP32 , 2021
- [12] José Roldán-Gómez , Javier Carrillo-Mondéjar 2, Juan Manuel Castelo Gómez, Sergio Ruiz-Villafranca. ,Security Analysis of the MQTT-SN Protocol for the Internet of Things , 2022
- [13] Dipa Soni , Ashwin Makwana. , A Survey on MQTT: A Protocol of Internet of Things (IOT) , 2017
- [14] Selvi Munuswamy , Santhosh Kumar Svn , Kannan Arputharaj. , Energy Efficient and Secured MQTT Protocol using IoT , 2020
- [15] Ángel Luis MuñozCastañeda, José Antonio Aveleira Mata , Héctor Aláiz-Moretón. , Characterization of threats in IoT from an MQTT protocol-oriented dataset , 2023



Дипломдық жоба (жұмыс) бойынша

## РЕЦЕНЗИЯ

Амангазиева Тамара Кайратқызы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан мониторингтеу жүйесін жасау

Орындалды:

а) Графикалық бөлім \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ парақтарда  
б) түсіндірме жазба \_\_\_\_\_ 50 \_\_\_\_\_ беттерінде

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Аталған дипломдық жұмыс заманауи телекоммуникациялық және ақпараттық технологиялармен тығыз байланысты өзекті тақырыпқа арналған. Автор қашықтан мониторинг жүйесін құру арқылы IoT технологиясының медицина саласындағы қолдану тиімділігін ғылыми тұрғыда негіздеген және практикалық түрде іске асырған.

Жұмыс құрылымы логикалық тұрғыда дұрыс ұйымдастырылған: кіріспе, әдеби шолу, техникалық негіздеме, практикалық бөлім және қорытынды бөлімдерден тұрады. Әдебиетке жасалған шолу терең әрі мазмұнды, отандық және шетелдік зерттеулерге сүйенген.

ESP32, DHT11, AD8232, HW-827 сынды нақты сенсорлар мен микроконтроллерлердің қолданылуы жұмыстың практикалық бағытта орындалғанын көрсетеді.

MQTT протоколын қолдану арқылы деректерді нақты уақытта өңдеп, түрлі қосымшаларға (Telegram, Excel, арнайы мобильді қосымша) интеграциялауы – инженерлік ойлау қабілетінің жақсы көрсеткіші.

MATLAB көмегімен визуализациялау және алынған деректерге негізделген модельдеудің енгізілуі жұмыстың ғылыми құндылығын арттырады.

Амангазиева Тамара Кайратқызының дипломдық жұмысы ғылыми-зерттеу және инженерлік деңгейде жақсы орындалған. Жұмыста қойылған мақсаттар мен міндеттер толық орындалған, нәтижелер нақты, өзекті және қолданбалы сипатқа ие. Студент заманауи технологиялармен жұмыс істеу қабілетін көрсете білді.

### Жұмысты бағалау

Жалпы, дипломдық жұмысқа «өте жақсы» (95%) деген баға, ал студент Амангазиева Тамара Кайратқызын 6B06201 – Телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар бакалавры» дәрежесіне ұсынамын.

### Рецензент

М.Тынышбаев атындағы  
АЛТ университеті, PhD,  
«АКТ» кафедрасының  
ассистент-профессоры

Мәдібайұлы Ж.  
«26» 05 2025 ж.



Дипломдық жобаға (жұмысқа)

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ**

Амангазиева Тамара Кайратқызы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан  
мониторингтеу жүйесін жасау

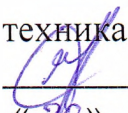
Жұмыстың құрылымы айқын және мазмұны логикалық бірізділікпен берілген. Зерттеу барысында автор IoT жүйелерінде кеңінен қолданылатын ESP32 микроконтроллері мен бірқатар биомедициналық сенсорлардың (DHT11, HW-827, AD8232) жұмыс істеу принциптерін терең зерттеп, олардың ерекшеліктерін салыстырмалы түрде талдаған. Сонымен қатар, мәліметтерді тасымалдау және визуализациялау мақсатында MQTT протоколы тиімді пайдаланылған.

Бұл жобаның ерекшелігі – жүйенің жеңіл, қолжетімді және мобильді болуы, бұл әсіресе созылмалы аурулары бар және қарт адамдарға тиімді шешім екендігін көрсетеді.

Студент ғылыми-техникалық әдебиеттермен жұмыс істей алады, дереккөздерді дұрыс пайдаланады, талдау мен техникалық шешім қабылдау қабілетін көрсетті. MATLAB ортасында жасалған деректер визуализациясы жұмыстың сапасын арттырып, алынған нәтижелерді түсіндіруде маңызды рөл атқарған.

Қорыта келгенде, дипломдық жұмыс жоғары деңгейде орындалған, қойылған мақсаттар мен міндеттер толықтай орындалған. Жұмыс мазмұны «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасының талаптарына сәйкес келеді. Амангазиева Тамара Кайратқызы өзін жауапты, ізденімпаз және зерттеу жұмысына бейімділігі жоғары студент ретінде көрсетті.

Студент, Амангазиева Тамара Кайратқызы дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс «95/А/ өте жақсы» деп бағаланды, ал Амангазиева Тамара Кайратқызын 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Ғылыми жетекші  
ЭТЖҒТ каф. аға оқытушы,  
техника ғылымдарының магистрі  
 Марксұлы С.  
«20» 05 2025 ж.



**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: Амангазиева Тамара Кайратқызы**

**Тақырыбы: IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан мониторингтеу жүйесін жасау**

**Жетекшісі: Сұңғат Марксұлы**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 0.8**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 0**

**Дәйексөз (35): 0.3**

**Әріптерді ауыстыру: 0**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеңістіктер: 0**

**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:**

**2025-05-22**

*Күні*



*Кафедра меңгерушісі*



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Амангазиева Тамара Кайратқызы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан мониторингтеу жүйесін жасау

**Научный руководитель:** Сұңғат Маркұлы

**Коэффициент Подобия 1:** 0.8

**Коэффициент Подобия 2:** 0

**Микропробелы:** 0

**Знаки из здругих алфавитов:** 0

**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:

2025-05-22

Дата



Заведующий кафедрой



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Амангазиева Тамара Кайратқызы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан мониторингтеу жүйесін жасау

**Научный руководитель:** Сұңғат Марксұлы

**Коэффициент Подобия 1:** 0.8

**Коэффициент Подобия 2:** 0

**Микропробелы:** 0

**Знаки из других алфавитов:** 0

**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:

2025-05-22

Дата



Сұңғат Марксұлы

проверяющий эксперт