

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау  
институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары»  
кафедрасы

Аканов Асылжан Акылжанұлы

«Қан қысымын өлшейтін ақылды сағаттарды жобалау»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2020



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау  
институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары»  
кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ**  
РТжАТҚ кафедра меңгерушісі  
техника ғылым кандидаты



Қ.А. Ожикенов  
«23» мамыр 2020 ж.

## ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Қан қысымын өлшейтін ақылды сағаттарды жобалау»

5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады

Аканов Асылжан

Ғылыми жетекшісі  
тех.ғылым магистрі, лектор



Аймұханбетов Е.А.

« 23 » мамыр 2020 ж

Алматы 2020



SATBAYEV  
UNIVERSITY

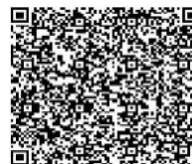
Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары»  
кафедрасы

5B071600 – Аспап жасау

**БЕКІТЕМІН**

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі  
техника ғылым кандидаты



Қ.А. Ожикенов  
«23» қантар 2020 ж

### ТАПСЫРМА

#### дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушыға Аканов Асылжан Ақылжанұлы

Тақырыбы: Қан қысымын өлшейтін ақылды сағаттарды жобалау

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген №726-б «27» қантар 2020 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: қан қысымын өлшейтін ақылды сағаттарды жобалауды зерттеу болып табылады, Ақылды сағат құраушылары және жұмыс жасау принципін зерттеу.

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Қан қысымын өлшейтін смарт сағаттар модельдерін құру, зерттеу, түсіну
- б) Ақылды сағаттардың қысымды өлшеу кезінде тонометрмен жұмыс істеу принципін құру, зерттеу, түсіну
- в) Қан қысымын өлшейтін ақылды сағатты әзірлеу.

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): 14 слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 21 әдебиеттер тізімі

**Дипломдық жобаны дайындау  
КЕСТЕСІ**

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

Аяқталған дипломдық жобаға және оған қытысты бөлімдерінің  
кеңесшілері мен қалып бақылаушының

**ҚОЛТАҢБАЛАРЫ**

| Бөлімдердің<br>атауы | Ғылыми жетекшілер,<br>кеңесшілер,<br>(аты-жөні, тегі,<br>ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол<br>қойылған<br>күні | Қол                                                                                   |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Қалып<br>бақылаушы   | Ж.С. Бигалиева, техника<br>ғылымдары кандидаты,<br>професор                      | 23.05.2020 ж.           |  |



Ғылыми жетекші

Аймұханбетов Е.А.



Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Аканов А.А.

Күні «23» мамыр 2020ж

## АНДАТПА

Қысым мен жүрек соғу жылдамдығын өлшейтін функциялары бар ықшам және стильді ақылды сағаттардың пайда болуы көптеген спортшылар үшін (және олар үшін ғана емес), егде жастағы адамдар үшін нақты құтқару болды. Осы ақылды құрылғының көмегімен гипертониялық науқастар өздерінің әлауқатын үнемі қадағалап отыра алады. Әрине, ол денсаулығының нақты жағдайын анықтамайды, бірақ мұндай гаджеттің көмегімен кейбір көрсеткіштерді нормада ұстау өте нақты.

Қосымша функциялары бар «ақылды» білезікті қолдану өте қарапайым. Түрлі модельдердің ішінен смартфоннан өздігінен жұмыс жасайтын батареямен жұмыс істейтін құрылғыны таңдауға болады. Жоғары қан қысымымен ауыратындардың арасында көптеген қарттар бар, сондықтан дәлелдердің жеңілдігі мен анықтылығы өте үлкен рөл атқарады.

## АННОТАЦИЯ

Появление компактных и стильных умных часов с функциями измерения артериального давления и частоты сердечных сокращений стало настоящим спасением для многих спортсменов (и не только для них), но и для пожилых людей. С помощью этого интеллектуального устройства пациенты с гипертонической болезнью могут постоянно следить за своим самочувствием. Конечно, это не определяет точное состояние здоровья, но с помощью такого устройства очень ясно, чтобы некоторые показатели были в норме.

Использовать «умный» часы с дополнительными функциями очень просто. Из различных моделей можно выбрать устройство с питанием от батареи на смартфоне. Есть много пожилых людей с высоким кровяным давлением, поэтому легкость и ясность доказательств играет огромную роль.

## ABSTRACT

The appearance of a compact and stylish smartwatch with functions for measuring blood pressure and heart rate has become a real salvation for many athletes (and not only for them), but also for older people. With this smart device, hypertensive patients can constantly monitor their well-being. Of course, this does not determine the exact state of health, but with the help of such a device it is very clear that some indicators are normal.

Using a smart watch with additional features is very simple. From various models, you can choose a battery-powered device on your smartphone. There are many older people with high blood pressure, so the ease and clarity of evidence plays a huge role.

## МАЗМҰНЫ

|     |                                                                           |    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|----|
|     | Кіріспе                                                                   | 9  |
| 1   | Негізгі бөлім                                                             | 11 |
| 1.1 | Қан қысымын өлшейтін смарт сағаттар модельдері                            | 11 |
| 1.2 | Қан қысымын өлшейтін сағаттардың шығу тарихы                              | 11 |
| 1.3 | Сағат-тонометрлер                                                         | 12 |
| 1.4 | Тонометр құрылғылардың ерекшеліктері                                      | 15 |
| 1.5 | Ақылды сағаттардың қысымды өлшеу кезінде тонометрмен жұмыс істеу принципі | 16 |
| 1.6 | Қысымды өлшеу                                                             | 18 |
| 2   | Технологиялық бөлім                                                       | 21 |
| 2.1 | Қан қысымын өлшейтін ақылды сағатты әзірлеу                               | 21 |
| 2.2 | Құрылғы                                                                   | 22 |
| 2.3 | Ақылды сағат құраушылары және жұмыс жасау принципі                        | 23 |
| 2.4 | Қысым датчиктері                                                          | 25 |
|     | Қортынды                                                                  |    |
|     | Пайдаланылған әдебиеттер тізімі                                           |    |



## KIPICPE

Қазіргі қоғам үлкен көлемдегі ақпаратпен жұмыс істеуге дағдыланады және ол үшін өте қысқа уақыт ішінде ақпаратты өңдеуге, беруге, алуға мүмкіндік беретін құрылғылар болуы керек.

Көптеген жылдар бойы жүргізілген медициналық зерттеулердің нәтижелері әлемде өлімнің мұндай маңызды деңгейіне көбінесе жоғары қан қысымымен бірге болатын денсаулыққа байланысты мәселелер себеп болатындығын көрсетті.

2018 жылы тонометрі бар смарт-сағат танымал болды. Бұл салыстырмалы түрде жаңа құрылғы, қолдануға өте ыңғайлы құрылғы. Қан қысымы проблемалары бар адамдарға үнемі өлшеулер қажет. Мұны әдеттегі қан қысымын өлшегіш көмегімен жасау оңай емес. Сондықтан ақылды құрылғылар өндірушілері өз өнімдерін осы сенсормен жабдықтады.

Сондықтан қан қысымын және ақылды гаджеттерді үнемі бақылау өте маңызды: ақылды сағаттар бұған жақсы көмектеседі.

Ақылды сағаттағы электронды қысымды бақылау қысымды тез өлшеуге және әл-ауқаттың нашарлау себепін - гипертония, гипотензия немесе басқа да сыртқы факторларды анықтауға көмектеседі. Сондықтан мұндай құрылғылар өмір сүру сапасын жақсартып қана қоймайды, сонымен қатар кейбір жағдайларда осы өмірді сақтап қалады.

Тақырыптың өзектілігі. Тонометр медициналық құрал болып табылады, ол адам ағзасындағы қан қысымының көрсеткіштерін анықтауға қызмет етеді. Бұл көрсеткіш өте маңызды, өйткені қысым тым төмен немесе тым жоғары болса, адам қиындықтарға тап болады.

Көбінесе гипертониялық науқастарға тұрақты қан қысымын бақылау кеңсесі қажет, қысымдары белгіленген нормадан асатын адамдарға міндетті. Көрсеткіштерді қалыпқа келтіру үшін бұл адамдар арнайы препараттарды қабылдайды, олардың мөлшері қысымға байланысты. Сонымен, тонометрге үнемі қажеттілік бар.

Осыдан біраз уақыт бұрын, маман бұл үшін арнайы манжеттер мен фонендоскопты өлшей алды. Бүгінде барлығына қолдануға болатын автоматты және жартылай автоматты құрылғылар бар.

Сондай-ақ, қан қысымының күнделікті өзгеруін талдау үшін қолданылатын арнайы медициналық құрылғы бар. «Мониторды» күні бойы кию керек, ол барлық қысымдарды белгілі бір уақытта және белгілі бір жүктемелерде ұстап тұрады.

Күнделікті бақылаудың аналогы ретінде қолданылатын сағат тонометрі. Бұл құрылғы өте анық, алайда оның алдындағыдан әлдеқайда ыңғайлы, сонымен қатар, мұндай тонометрден алынған мәліметтер дереу, автоматты түрде жіберіледі, бұл оны қолдануды, сонымен қатар алынған ақпаратты талдауды жеңілдетеді.

Жұмыс механизмі өте қарапайым, құрылғы белгілі бір уақыт аралығында көбейтіліп, сығылады және бұл өте тез және салыстырмалы түрде жиі орын

алады. Қажет болса, ол сонымен қатар дыбыстық сигналдың көмегімен индикаторларды төмендету үшін асығыс шаралар қабылдау, мысалы, таблетка ішу қажеттілігі туралы хабардар ете алады. Әрине, бұл құрылғы өте тар мақсатқа ие, бірақ сонымен бірге уақыт өте келе өсіп келе жатқан көрсеткіштерге назар аудара отырып, адамның өмірін сақтап қалады.

## 1 Негізгі бөлім

### 1.1 Қан қысымын өлшейтін смарт сағаттар модельдері

Жүрек-тамыр жүйесінің жұмысын бақылауда ұстау керек. Қысымды өлшейтін сағат денсаулықты кез келген уақытта, кез келген жерде бақылауға мүмкіндік береді. Егер қандай да бір ауытқулар басталса, олар дабылды шығарады немесе дірілдейді. Бүгінгі таңда бұл сағаттар кеңінен қолданыла бастады. Мысалы, спортшылар оларды физикалық көрсеткіштерді үнемі бақылауда ұстау үшін қолданады.

Заманауи мобильді гаджеттер адамдарға жаттығу кезінде және күнделікті өмірде олардың әл-ауқатын бақылауға көмектеседі. Соңғы бірнеше жылда смарт сағаттар нарықта өлшеу қысымы мен жүрек соғу жылдамдығымен пайда болды. Стильді жағдайда жасалған білек аксессуарлары иесіне нақты уақыт туралы ғана хабарлап қоймайды, сонымен қатар орнатылған сенсорлардың арқасында қан қысымын бақылауға мүмкіндік береді және басқа да көптеген пайдалы функцияларды орындайды.

### 1.2 Қан қысымын өлшейтін сағаттардың шығу тарихы

Алғашқы сандық сағаттар 1972 жылы Hamilton Watch компаниясы шығарған. Құрылғы Pulsar деп аталды, кейінірек (1978 жылы) бұл марканы Seiko жапон компаниясы сатып алды. 1982 жылы Pulsar NL C01 іске қосылды. Data 2000 моделінде қолданушы деректерін енгізу үшін сыртқы пернетақта болды - 2000 таңбаға дейін.

1980 жылдары Seiko компаниясы RC сериялары сияқты басқа модельдерді шығарды. Сол кезде нарыққа тағы бір Casio компаниясы өзінің сағаттары мен калькуляторымен кірді. Ішінде ойындары бар модельдер (мысалы, Nelsonic) де шығарылды[1].

Seiko RC сериясы өте жақсы сұранысқа ие болды. 1984 жылы компания алғашқы сағаттарды шығарды, оның пайдаланушылары қазіргі компьютерлердің көпшілігімен үйлесімді: IBM PC, Apple II, Commodore 64, NEC 8201, Tandy Color Computer және TRS-80 Model.

1985 жылы Polar фин компаниясы жүректің қағысын есептейтін сағаттарды шығарды. Содан бері олар спортшыларды бағындырды. Алайда, бұл қозғалыс ойын-сауық спортына тез еніп кетті. Бүгінде әуесқой спортшылар жүрек соғу жиілігін бақылау мақсатында қолданып кетті. Мұндай құрылғыны қолданудың артықшылығы - өнімділікті жақсарту және денсаулыққа қауіпті төмендету.

RC-2000 PC Data Graph «әлемдегі ең кішкентай компьютерлік терминал» деп аталды. Оның 2 КБ жады бар еді. RC-4500 моделі RC-4000-мен ұқсастықтарға ие болды және түрлі түсті өзгерулерде қол жетімді болды.

2000 жылы маусымда IBM Linux операциялық жүйесімен сағат шығарды (2.2 нұсқасы). Кейін модельге акселерометр, діріл механизмі және саусақ ізі сенсоры қосылды. IBM Citizen Watch Co-мен жұмыс істей бастады және WatchPad құрды. 1.5-нұсқадағы бұл сағат 320 × 240 дисплейге ие және Linux 2.4-де жұмыс істеді.

2013 жылы мобильді операциялық жүйелері бар ақылды сағаттар жасалды. Ең танымал модельдер: Sony SmartWatch & SmartWatch 2, Pebble Watch және Samsung Galaxy Gear. 2014 жылы Apple Watch сатылымға шықты. 2016 жылдан бастап Apple сағаттарының екі нұсқасы сатылды. Жаңа нұсқа («2 серия», шамамен құны: 419 евро) су өткізбейді және GPS позициялауды қолданады. Бұл суда жасалған калорияларды және жүгірулерді есептейтін жүзушілерге, жүгірушілерге және қан қысымымен ауыратын адамдарға пайдалы.

### 1.3 Сағат-тонометрлер

Құрылғыны сапалы материалдардан жасаған дұрыс. Әдетте, ол су өткізбейді, сондықтан оны бассейндерде және ылғалдылығы жоғары басқа бөлмелерде қолдануға болады. Смарт гаджеттің ішіне Bluetooth кіреді, бұл оның жұмысын смартфонның әрекеттерімен үйлестіруге көмектеседі. Смарт сағат білезіктерінің кейбір үлгілері кіріс қоңыраулар мен хабарламалар туралы хабардар ете алады. Барлық ақпарат ықшам дисплейде көрсетіледі. Онда адам ағзасының күйі, оның белсенділігі және ұйқы кезіндегі барлық мәліметтері көрсетіледі. Құрылғының негізгі функциялары өлшеу болып табылады:

1. пульс;
2. қан қысымы;
3. тасталынған килокалорийлер;
4. жүрілген қадамдар саны және метр.

Бұл процедура келесідей жүзеге асырылады: пациент белгілі бір уақыт кезеңінен кейін автоматты түрде іске қосылатын тонометрдің ілмегін кигізеді (әдетте 15 минут). Содан кейін ол қолын қысып, біртіндеп қозғалысты бастайды. Бұл қысымның ағымдағы көрсеткіштерін алып тастау үшін жасалады.

Құрылымдық тұрғыдан алғанда, қысым мен жүрек соғу жылдамдығын өлшейтін сағат ақылды құрылғылар үшін дәстүрлі функцияларды біріктіреді.

Бағдарламалық жасақтама өңдеген сенсорлық көрсеткіштер гаджеттің экранында көрсетіледі[2].

Қазіргі уақытта қан қысымын өлшеу функциясы бар ақылды сағаттар нарығы айтарлықтай кең. Дизайндың әр түрлі стилінде шешілетін ерлер мен әйелдер модельдерін таңдауға болады: «ақылды» спорт сағаттарынан классикалық модельдерге дейін.

Ақылды сағаттар қысымды қалай өлшейді:

Білек аксессуарларындағы қан қысымын өлшеу механизмі соққыдан кейінгі жоғарғы және төменгі қан қысымын анықтайтын әдеттегі тонометрден ерекшеленеді. Ақылды сағаттар дәстүрлі қысым датчигімен жабдықталмаған. Қан қысымы көрсеткіштері балама әдістер арқылы анықталады. Жүрек соғу сенсорларының, ырғағының және импульстік толқындардың жылдамдығының көрсеткіштеріне сүйене отырып, жоғарғы және төменгі қан қысымының мәні анықталады, олар құрылғының экранында көрінеді. Кейбір озық үлгілерде қарапайым кардиограмма көрсетілуі мүмкін[3].



1.1 сурет – Ақылды сағаттар алуандығы

Жоғарыда көрсетілген индикаторларды есептеу үшін сағат иесі қолданба параметрлерінде алдын-ала келесі параметрлерді орнатуы керек:

- бойы;
- салмағы;
- жынысы;
- жасы.

Жүрек соғу жиілігінің монитормы құрылғының артында орналасқан. Егер аксессуар білекке ілулі болса, онда артқы қақпақ қолыңызға дәл түспейді, сенсор дұрыс емес ақпарат береді. Қан қысымын өлшеу кезінде ыңғайлы жағдайда индикаторлар дәлірек есептелгені атап өтілді. Кедергілерді болдырмас үшін саусақтар құрылғыны тым қатты немесе қатты қыспайтынына назар аудару керек[4]. Қысым модельге байланысты 30-120 секунд аралығында өлшенеді. Ұсыныстары:

1. Қан қысымын өлшейтін жүрек соғу монитормы бар сағат сол жақта киілгені дұрыс.

2. Қан қысымын өлшеу алдында отыру және қолды жүрек деңгейіне қою ұсынылады.

3. Тамақтанғаннан кейін қан қысымын өлшемеу керек.

4. Қан қысымын өлшемес бұрын кофе, шай, энергия ішпеу керек.

5. Қысым мен жүрек соғу жылдамдығын өлшеу процедурасы кезінде қозғалу және сөйлесу қажет емес.

Ақылды сағаттар-тонометрлердің модельдері

Қазіргі уақытта көптеген әйгілі брендтерде жүрек соғу жиілігін және денсаулық параметрлерін бақылау үшін қажетті функциялары бар ақылды сағаттар бар.

Қысым мен жүрек соғу жиілігін өлшейтін сағаттардың рейтингі иелердің пікірлерінде көрсетілген модельдерді көрсетеді[5].



1.2 сурет – Ақылды сағаттың қысым өлшеуі

Спортшылар үшін жаттығу кезінде жағдайды бағалау үшін қан қысымы мен жүрек соғу жылдамдығы өте маңызды. Олар жаттығу жүктемесінің қарқындылығын бақылауға көмектеседі. Ақылды сағаттардың ішінде жүрек соғу жиілігін және қысымын өлшеу мүмкіндігі бар, кәсіпқойлар мен әуесқойлар швейцариялық және жапондық брендтердің өнімдерін бағалайды.

Шолуда әртүрлі құрылғылар бар: спортқа арналған ақылды сағаттар және күнделікті киуге арналған аксессуарлар.

Мысалы, Fitbit 2015 жылдан бері жұмыс істеп жатыр. Бұл тұтынушылық медициналық техниканың жетекші өндірушісі Omron-ның CES-те ақылды сағаттарды бірінші рет көрсетуі емес.



1.3 сурет – Смарт сағат

Өндірушілер бірнеше мәселелер тоқтатады: бұл шығындар үлкен болғандықтан, технология бәріне дереу қол жетімді бола бермейді, сондықтан оны әзірлеу шығындары өте ұзақ уақыт өтей алады. Содан кейін - дәлдік, өйткені FDA рұқсат етілген қателіктер нормасынан ең аз ауытқу да өтпейді[6].

Мұны қолдануды жоспарлаған адамдарға үлкен шарттар қойылуы керек: иықтан өлшеу анықтама болып саналады (жүрекке жақын болғандықтан), білекке арналған гаджетті кеудеге жақын ұстау керек. Әзірлеушілердің айтуынша, білек нәтижеге жету үшін өте сенімді жер емес. Мұнда біз Джабраның тәжірибесін мысалға келтіреміз, ол Валенселлмен бірге құлағынан нақты импульсті «шығаруды» үйренді. Сонымен қатар, Валенсель өзінің технологиясымен жұмыс істейді, ал саусақпен жұмыс істейтін прототиптік құрылғы ұсынылды[7].

#### 1.4 Тонометр құрылғылардың ерекшеліктері

Қысым мен жүрек соғу жылдамдығын өлшеуге арналған бекітілген функциялары бар құрылғылардың артықшылықтары:

- денсаулығыңыздың көрсеткіштерін кез-келген уақытта - үйде, жұмыста, көшеде, жаттығу кезінде және тіпті түсінде бақылау мүмкіндігі;
- қолыңыздағы білезікті ешқашан байқамауға мүмкіндік беретін кішкентай өлшем;
- Белгілі бір уақыт аралығында білезік сенсорларының жаттығулары және индикаторлары туралы ақпаратты беру үшін смартфондармен үндестіру[8].

## 1.5 Ақылды сағаттардың қысымды өлшеу кезінде тонометрмен жұмыс істеу принципі

Қан қысымын өлшейтін смарт сағаттар нарықта жақында пайда болды, бірақ олар нарықты толтыра алды.

Қан қысымын дәл өлшейтін көптеген сапалы модельдер бар.

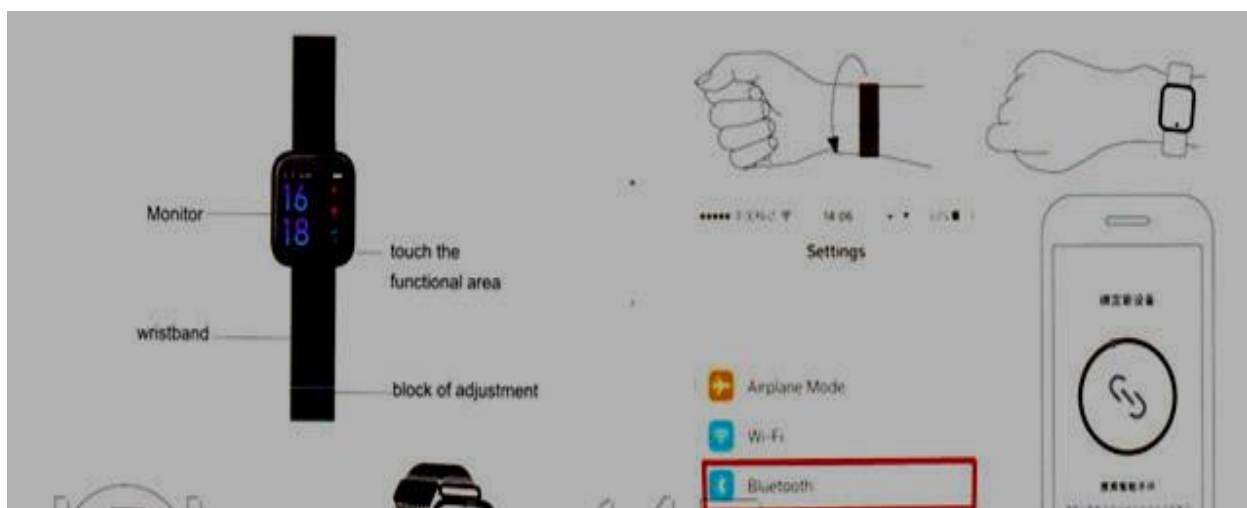
Олардың қалай жұмыс істейтінін және олардың деректері қаншалықты сенімді екенін қарастырамыз. Қан қысымын өлшейтін ақылды сағаттар оны классикалық түрде оқымайды, өйткені манжеті бар қан қысымын бірдей бақылап отырады, соққылар арқылы қан қысымының жоғарғы және төменгі мәндерін анықтайды.

Алдымен, сағат импульстің, импульстік толқынның жылдамдығы, ЭКГ және басқа көрсеткіштер туралы мәліметтерді оқиды, содан кейін деректерді бағдарламалық талдау басталады. Есептеулер нәтижесінде сағат дисплейіндегі немесе смартфондағы қысым туралы ақпаратты алуға болады. Көбіне алдымен физиологиялық сипаттамаларды белгілеу керек[9].

Қысымды өлшеу функциясы бар сағаттарға шолу жасау. Жалпы, мұндай құрылғылар манжеттегі классикалық тонометрлерге қарағанда бірқатар талассыз артықшылықтарға ие.

Сонымен, біз мыналарды ажырата аламыз:

1. Тонометр әрдайым жаныңда
2. Мұндай құрылғылардың әмбебаптығы
3. Қол жетімді баға, бұл ақылды сағаттардың нарықтық бағасынан төмен
4. Дәрігерге пайдалы болатын қосымшадағы медициналық сараптаманың егжей-тегжейлері
5. Қысымды жылдам және ыңғайлы өлшеу.

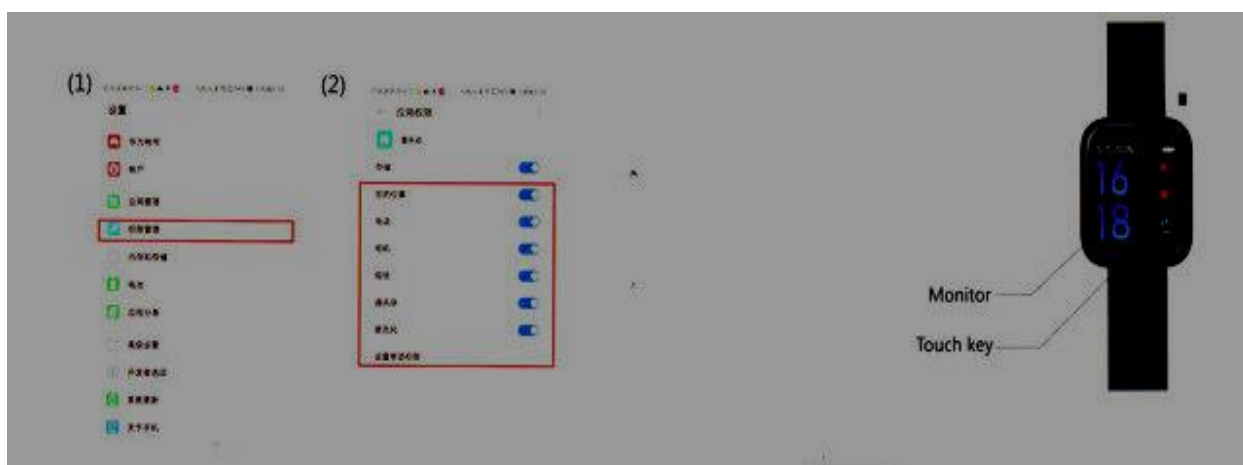


1.4 сурет – Жұмыс қағидасы



Соған қарамастан, тонометрдің сағаттарының бір байқалатын кемшілігі бар, бұл қысымның өлшенбейтіндігінде, бірақ бағдарламалық жасақтамамен тығыз байланысты айналымын қолдану арқылы әрекет етеді, өйткені сенімділіктің жеткілікті мөлшері есептеулердің дұрыстығына байланысты. Сондай-ақ, нәтижелердің сенімділігіне тахикардия, аритмия сияқты жүрек аурулары әсер етуі мүмкін. Егер өндіруші бағдарламалық жасақтама бөлігінде мұны ескермесе, деректер толығымен дәл болмайды[10].

Осы кемшілікке қарамастан, тонометр сағаты өмір сүруге құқылы және қысыммен ауыратын көптеген адамдар үшін жарамды. Сондай-ақ, мұндай гаджет максималды нәтижеге қол жеткізу үшін қысымын алдын-ала белгіленген аралықта ұстап тұру керек.



1.5 сурет – Құрастырушылары

Тонометрмен және жүрек соғу жиілігін бақылауы бар ақылды сағаттардың жақсы және жағымсыз жақтары:

Тонометрі бар ең ақылды сағаттардың біреуі де өлшеулердің зертханалық дәлдігін қамтамасыз ете алмайтыны түсінікті. Бірақ олар қысымның «жоғарылау немесе төмендеу» дегенмен не дұрыс емес екенін айта алады, сонымен қатар оны қалыпқа келтіру жөніндегі іс-шараларға кеңес береді[11].

Жүрек соғу жиілігінің монитори бар ақылды сағаттың артықшылықтары:

- олар қысымның жоғарылауын немесе төмендеуін, сондай-ақ жүрек соғу жиілігін анықтауға көмектеседі;

- Олар көбінесе смартфонның серігі ретінде әрекет етеді және хабарламаларды көрсете алады;

- Олардың көпшілігі фитнес-функциялармен жабдықталған.

Кемшіліктер, өз кезегінде:

- жиі өңделмеген, ыңғайсыз басқару;

- қысымды анықтау үшін екі қолыңыз қажет (ЭКГ датчигі бар модельдерде);

- Тіпті ең жақсы үлгілерде де тонометрмен сәйкессіздік 5-10% құрайды.

Жалпы алғанда, тонометрі бар ақылды сағат медициналық құрылғыға карағанда көбірек ұсынысты болып табылады[12]. Олар гипертензияға қарсы және гипотензивті дәрілерге көмектесе алады, бірақ олардың қысымын зертханалық дәлдікпен білгісі келетін адамдар үшін классикалық манжеталы құрылғыларды таңдаған дұрыс.

## 1.6 Қысымды өлшеу

Ақылды сағаттың қысымды анықтайтын әдісін француз ғалымы Этьен Жюль Марейдің есімімен аталады. Ол бірінші болып қан қысымы мен импульстік толқындардың тербелісі арасындағы байланысты орнатты.

Қазіргі ғылымда әдіс фотоплетизмографиялық өлшеудің әдісі ретінде кең таралды. Компьютерлердің арқасында деректерді талдау 2 минуттан аспайды.

Ақылды сағат - бұл қолыңызда сағаттар сияқты бекітетін кішкентай құрылғы. Бастапқыда бұл гаджет спорт үшін бірнеше маңызды көрсеткіштерді нақты уақытта бақылау үшін жасалынған.

Оған салынған датчиктер адамның биологиялық параметрлерін анықтауға көмектеседі. Олардың бірі - акселерометр - дененің ғарыштағы қозғалысына жауап беретін қарсы салмақты құрылғы. Оның көмегімен гаджет қадамдарды санайды немесе білезік тасығыштың қозғалу жылдамдығын анықтайды. Тағы бір датчик - кеңістіктегі үшөлшемді қозғалысты ескеретін гироскоп. Нақты есептеулер GPS сенсорларын жасауға көмектеседі[13].



1.6 сурет – Ақылды сағаттардың құрлысы

Ақылды сағаттың басқа сенсорлары болуы мүмкін, мысалы, жүрек соғу жиілігі мен қысымды өлшеуге арналған. Импульсті анықтау үшін жарық диодтары бар арнайы сенсор қолданылады, оның принципі жүрек пульсацияларының әртүрлі кезеңдерінде өзгеріп, жарықты басқаша көрсететін қан ағымының қасиеттеріне негізделген. Тамыр соғу жиілігіне, импульстік

толқындардың жылдамдығына және адамның физиологиясына (жасына, салмағына және т.с.с.) сүйене отырып, қысымның жуық көрсеткіштері есептеледі.



1.7 сурет – Заманауи ақылды сағаттар

Датчиктердің жинаған барлық ақпаратты сағаттан синхрондалған смартфонға жіберуге және онда параметрлерін бақылауға болады[14]. Бұл ұйқының ұзақтығы, аптадағы жұмыс кестесі немесе айына жұмсалған калория саны болуы мүмкін.

Ақылды сағат осы параметрді анықтау үшін қысым датчигін қолданады. Бірнеше сенсор импульстік толқындарды білекке жазады, содан кейін қысым индикаторлары оны және басқа да параметрлерді анықтайды. Өлшеу дәлдігі тек белгілі бір модельге ғана емес, сонымен бірге гаджеттің жеткізушісінің күйіне де байланысты (ол тынығып, қолыңызды қозғалтпау керек және білезіктің дұрыс орналасуын қадағалаңыз). Ақылды сағат медициналық жабдыққа қолданылмайды, сондықтан дәл оқуды қажет етпейді, әзірлеушілер биопараметрлердің дәлдігі үшін белсенді күресуде. Бұл әсіресе өздерінің беделін бағалайтын танымал өндірушілерге қатысты.

Барлық ақылды сағаттар білезікке немесе жұпталған смартфонға орнатылатын арнайы сенсорлар мен бағдарламалық жасақтаманың арқасында жұмыс істейді. Барлық өлшенген және есептелген деректер экранда көрсетіледі, ал кейбір көрсеткіштер жоғарылаған кезде құрылғы ескерту сигналын береді[15].

Үздіксіз қысым өлшеу үшін құрылғылар қос модульмен жабдықталған. Оның көмегімен білезік үнемі полярлық дыбыстың наносекундтық импульстарын алады. Индикаторларды екі жерде бақылай отырып, құрылғы жоғарғы және төменгі қысымды өлшей алады, олар дереу экранда пайда болады.

Сағаттағы қысымды өлшеу принципі біз дәрігердің кеңсесінде немесе үйде көретін медициналық құрылғылардан өзгеше. Оларда қан қысымын өлшеуге арналған арнайы манжеттер жоқ, бірақ жүректеріңіздің жиілігін, электрокардиограмманы және басқа да бірқатар көрсеткіштерді анықтайтын

ішкі сенсорларды қолданады. Бұл жағдайда қан қысымы жүрек соғу жиілігін және тамырлар арқылы импульстік толқынның таралу жылдамдығын анықтау арқылы есептеледі. Бұған пайдаланушының терісіне сенсорлық жарық сигналының енуі арқылы қол жеткізіледі[16].

## 2 Технология бөлімі

### 2.1 Қан қысымын өлшейтін ақылды сағатты әзірлеу

Сымсыз сенсорлық желі тез қарқында өсті, мысалы, Zigbee RF модулін Raspberry Pi3 платасымен бірге қолданғанда зерттеуге сымсыз сенсорлық желіні (WSN) құру себеп болды. Бұл зерттеуде сенсорлық тораптар қалай жақсы жұмыс істейтіні және сенсорлық түйіннен қызмет көрсету сапасы (QoS) қалай талданатындығы, сонымен қатар Raspberry Pi 3-тің қан қысымын деректерді базаға жіберетін және нақты уақытта көрсетілетін интернет шлюзі ретіндегі рөлі талқыланады. Осы зерттеудің нәтижесінде пациенттер үйден қан қысымын тексере алады және ауруханаға мұқтаж емес, тіпті аурухананың қызметкерлері, дәрігерлер мен медициналық қызметкерлердің мәліметтерін тез және дәл ала алады деп күтілуде[17]. Бұл зерттеудің мақсаты белгілі бір аурулардың белгілері, яғни анемия, гипертония белгілері және одан да көп созылмалы аурулармен ауыратын науқастарды анықтайтын систолалық және диастолалық науқастардан алынған нақты уақыт режимінде қан қысымын (мм рт.ст.) ұсынудың прототипін жасау. Бұл зерттеуде сенсорлық түйіндердің қалай жақсы жұмыс істейтіндігі және сенсорлық түйіннен қызмет көрсету сапасы (QoS) талданатын болады, сонымен қатар Raspberry Pi 3-тің қан қысымы туралы деректерді дерекқорға жіберетін және нақты уақытта көрсетілетін Интернет-шлюз ретіндегі рөлі талқыланады. Сонымен қатар, Zigbee нақты уақыт режимінде қан қысымы туралы мәліметтерді (mmHg) дерекқорға жіберу міндетін орындайды, содан кейін оларды ZigBee үйлестірушісімен Zigbee аяқтау құрылғысының байланыс жүйесінен Интернетке жібереді, ол 5 метр қашықтықта, RSSI модельдеуі -29 дБм шамасын көрсетеді.

Қазіргі уақытта ақылды сағат әртүрлі платформалар мен қауіпсіздік жүйелерінің, яғни ZigBee RF модулінің, Wi-Fi модулінің, Bluetooth модулінің (BLE) және микроэлектромеханикалық жүйенің (MEMS) дамуымен тез дамып келеді. Ақылды сағат автоматика мен ыңғайлылықты қамтамасыз етеді, сондықтан деректерді интернетке автоматты түрде жіберіп, нақты уақытта көруге болады, яғни дербес компьютер платформасында, планшет пен смартфонда интернет байланысы бар. Wi-Fi модульдері Wi-Fi орналасу модулін пайдаланып сенсор мәліметтерін жіберген кезде Wi-Fi орналасқан жерін және қызмет көрсету сапасын (QoS) және қабылданған сигнал күшінің индекcін (RSSI) анықтау сияқты cмap сағат сенсорларымен үйлеседі. Ақылды сағат технологиясының арқасында адам өмірі қарапайым және икемді бола бастайды, әсіресе денсаулық сақтау саласындағы зерттеулер. Сенсорлық түйіннен Raspberry Pi 3 орналасқан Интернет-шлюз түріндегі үйлестіруші түйінге ZigBee құрылғысын жіберушілердің көмегімен қан қысымын бақылау мүмкіндігі болды[18].

Zigbee RF модулін, RN-42 немесе төмен энергиялы Bluetooth (BLE) сияқты Bluetooth стандарттарын қолданумен қатар, ғаламдық байланыстың ғаламдық жүйесін (GSM) сенсорлық мәліметтерді жіберу үшін қолдануға

болады, оның ішінде көптеген зерттеулер бар сымсыз байланыс жүйесі бар. сенсорлар, атап айтқанда GSM SIM900A смартфондарға немесе мобильді құрылғыларға арналған ультрадыбыстық датчиктер, бұл зерттеуде сымсыз платформа арқылы деректерді беру жүйесіне ұқсас.

GSM-тен басқа, деректерді жіберушінің басқа технологиялық құрылғылары радио жиілікті сәйкестендіргіш (RFID), 3G, UMTS, WiFi, BLE, инфрақызыл және Zigbee болып табылады, олар абстрактілі нысандар деңгейінде ерекшеленеді.

Электрондық денсаулық сақтау сияқты, денсаулық сақтауды қолдау платформалары ақылды сағаттармен біріктіріліп, олардың қауіпсіздік деңгейі, сенімділігі мен архитектурасы бойынша талдануы мүмкін, сонымен қатар, электронды денсаулық SPo2, қан қысымы және жүрек соғу сенсорлары сияқты көптеген сенсорларға өте сәйкес келеді. Жүргізілген тағы бір зерттеуде кардиостимулятордың импульстарын анықтауға арналған әдіс кардиостимуляторды қажет ететін кейбір пациенттерде жүргізілді, бұл сенсор кардиостимулятордан 12 см биіктіктен анықтай алды[19].

## 2.2 Құрылғы

Беттік электромиография (sEMG) деп аталатын құрылғыны және фитнес адамның қолындағы акселерометрді, содан кейін сымсыз сенсорлық желі құрылғылары арқылы жіберілген деректер мен SEMG акселерометрін қарастырамыз, содан кейін олар Fusion деңгейіне сәйкес жіктеледі, сондықтан SEMG деректерін беру нәтижелерінің дәлдігі фитнес сабақтарында, зерттеу деректерінде және акселерометрінде барлық стильдердің 82,6% құрайды, бұл зерттеуде SEMG деректері және акселерометр болып табылады. Сүзгілеу алгоритмдерін және Калманды үйрену арқылы бірнеше зерттеулерді дамытуға болады. Сенсордың позициясы осы зерттеуге ұқсас, ол артериялардың қозғалысын анықтайды. Бұл зерттеуде Зигбиді әртүрлі қашықтықтағы пациенттерге жүрек соғу жылдамдығы туралы мәліметтерді тарату үшін RF модулі ретінде қолдана отырып, осы зерттеуде жүрек соғу жиілігі туралы деректер 5 сенсорлық түйіннен бір ZigBee түйінінің үйлестірушісіне бір уақытта жіберіледі. ZigBee қабылдаған деректер сенсорлық түйіннің мәліметтерін 4 сенсорлық торапқа жібергенде пакеттің жоғалуын сезінеді, сондықтан импульстардың 80% -ы координатор түйіні арқылы қабылданады, бұл ZigBee координаторында орын алған қиындықтармен байланысты, мультиплекстеуге байланысты қиындықтар үйлестірушіде пайда болатын фактор болып табылады. ZigBee сәйкесінше, бұл мәліметтерді 5 сенсорлық тораппен бір мезгілде жіберуге байланыстырады, мәліметтерді кезең-кезеңмен алуға болады, бірақ қызмет көрсету сапасы (QoS) коэффициенті, қабылдағыштың сигнал беріктігі көрсеткіші және трек сызығы секундына (бит / с) деректер жіберген кезде азаяды. Пакеттің жоғалуын ресивер жіберген бит

санын азайту арқылы есептеуге болады. Бұл жұмыста XBee сияқты радиожиілікті құрылғылар қолданылады, мысалы, XBee S2C және XBee S1 Pro.

Бұл жұмыста аз қуатты Bluetooth сымсыз сенсорлы құрылғыларды және пайдаланылған платаны пайдаланып, E-Health сенсорлық электрокардиограммаға (ЭКГ) OCC / BLE гибридік жүйесін қолданып қосылуға болады. Сонымен қатар, қызмет көрсету сапасы (QoS) OCC, BLE және гибридік схемалардағы осы нәтижелерімен салыстырылды. ЭКГ қан қысымынан гөрі күрделірек, ЭКГ пациенттің қолында және сенсорда, ол пациенттің кеудесінде бірнеше нүктеде орналасқан, ал қан қысымы тек білек немесе білек ұшы негізінде өлшенеді.

Бұл LoR 868 МГц жиілікте жұмыс істейді. Бұл жұмыста Mesh Network байланыс жүйесі шеткасыз LoRaWAN табу және байланыс түйіндеріне жақындастырылған, сәйкесінше электромагниттік толқындардың қуат тығыздығы 0,5 мкВт/см<sup>2</sup>-ден жоғары. Сондықтан, ұзақ өмір сүру коэффициентін алу үшін қуат тұтыну коэффициентін азайту маңызды және стандартты қатені есептей отырып, пакет жеткізу коэффициентін (PDR) стандартқа сәйкес тұрақтандыру керек және терең оқыту әдісі 98% дәлдік бере алады. LoRAWAN RF пайдалану ZigBee RF-мен қызмет көрсету сапасы мен алыс қашықтықтағы мүмкіндіктері жағынан жақсы салыстыру болады. Болашақ зерттеулерде сенсорлық деректерді денсаулық мониторингіне жіберу үшін радиожиілікті модульдерінің екі түрін салыстыру және талдау қажет[20].

Адоल्фо Ди Серио, Джон Бакли, Джон Бертон, Роберт Ньюберри, Мэттью Роденкал, Гэри Данлоп және Брендан О'Флинн анықтамалық зерттеуде ZigBee-дің көмегімен жүрек соғу жиілігі мен артериялық оттегімен қанықтыру (SpO<sub>2</sub>) деректерін жібереді. ZigBee 2,4 ГГц жиілікте жұмыс істейді, бірақ кейбір басқа сымсыз сенсорлық желі (WSN) құрылғылары 915 МГц ISM сияқты төмен жиіліктерге ие. 915 МГц жиілігі 10 дБ жоғалтудың өткізу қабілеттілігін, 55 МГц-ке тең, бос кеңістіктегі пайда -2,37 дБ және денеде -6,1 дБи құрайды.

SpO<sub>2</sub> сенсоры дәл осы зерттеуде қан қысымының сенсорымен үйлеседі. Күрделі деректер пациентті тексеруді толығырақ анықтайды.

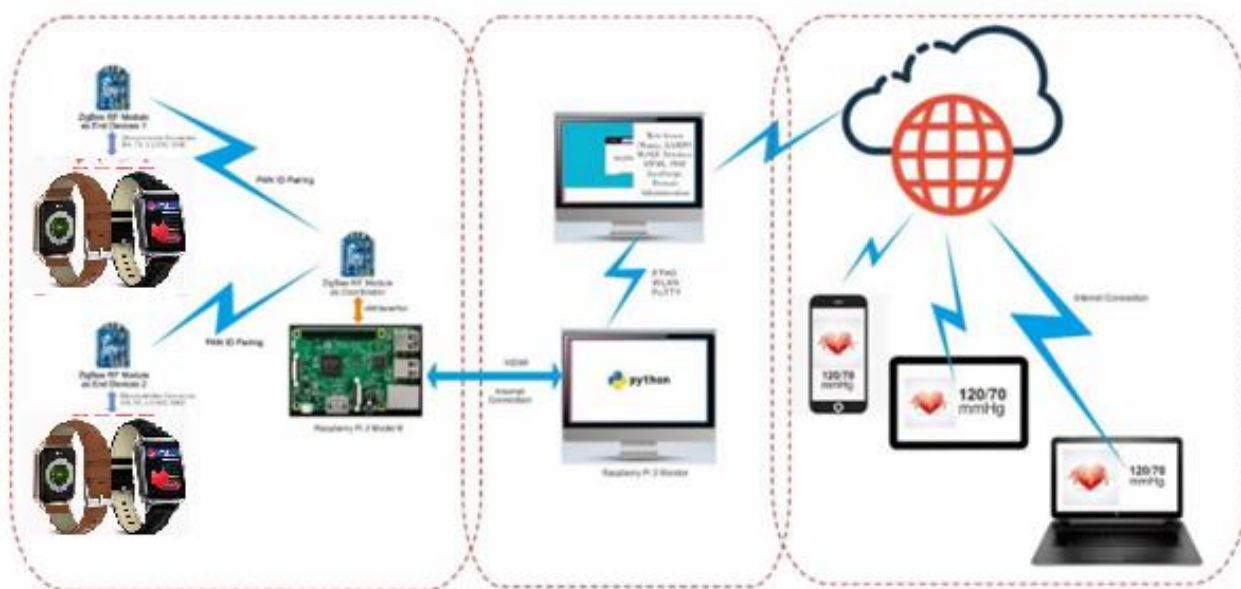
### 2.3 Ақылды сағат құраушылары және жұмыс жасау принципі

Құрылғының тұтастай бейнелейтін сызба жүйесі 2.1-суретте кескінделген сызықта талданатын үш бөлік көрсетілген, бірінші бөлік - RF модулінің ZigBee модулімен және ZigBee модулінің Raspberry Pi 3 платасына байланысқан. Бұл бөлімде қызмет көрсету сапасы (QoS) талдануы мүмкін, оның құрамына қуат қабылдағышы (PRx) және қабылдағыштың сигнал күшінің индикаторы (RSSI) кіреді.

Талдаудың бірінші бөлігінде, бұдан басқа, екінші анализде Python бағдарламалау және оның PuTTY көмегімен байланысы және XAMPP немесе WAMP қолданатын веб-сервер, содан кейін HTML-ді қолдана отырып веб-сайт бағдарламалауы бар, PHP және Javascript немесе JSON әр түрлі платформаларда

нақты уақыт режимінде қан қысымын көрсететін диаграммаларды көрсете алады, осы кезеңде Интернетке нақты уақыт режимінде қосылуға мүмкіндік беру үшін доменге қол жеткізу керек, 3-ші сатыда көрсетілгендей талдау болады. Сонымен қатар, бұл зерттеуде Dreamweaver Creative Cloud (CC) бағдарламалық жасақтамасының көмегімен HTML, Javascript немесе JSON құралдар редакторы қолданылады.

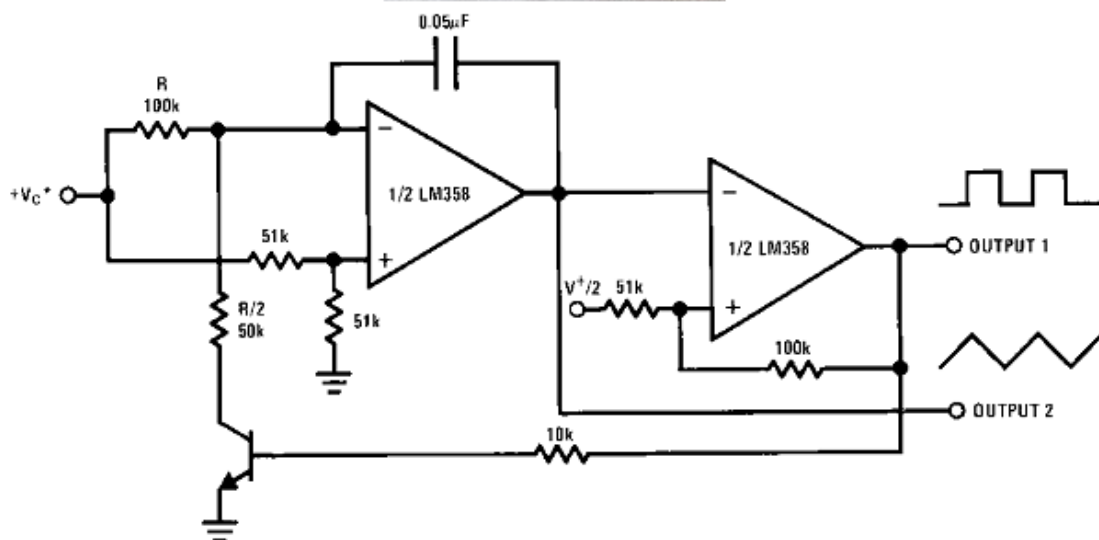
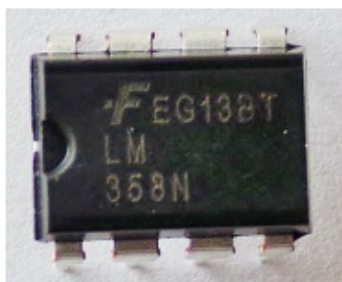
LM358N операционды күшейткіш бұл екі каналды қарапайым екі каналды операционды күшейткіштерде қолдануға болатын төмен қуатты болады. LM358N жұмыс күшейткішінің функциясы айнымалы және тұрақты сигнал күшейткіші, сондай-ақ жоғары кіріс импедансы бар дифференциациясы бар күшейткіш және төмен кедергісі бар шығыс күшейткіші болып табылады. сәйкесінше, IC LM358N жұмыс күшейткіші 3-32 вольтты тұрақты ток көзімен және әр арнаға 20 мА дейін жұмыс істей алады.



2.1 сурет – Құрылғының тұтастай бейнелейтін сызба жүйесі

LM358 N операционды күшейткішінің схемасы кернеумен басқарылатын генераторды (VCO) көрсетеді. Бұл жағдайда LM358N операционды күшейткіші 2.2-суретте көрсетілгендей датчик жинағына қолданылады.

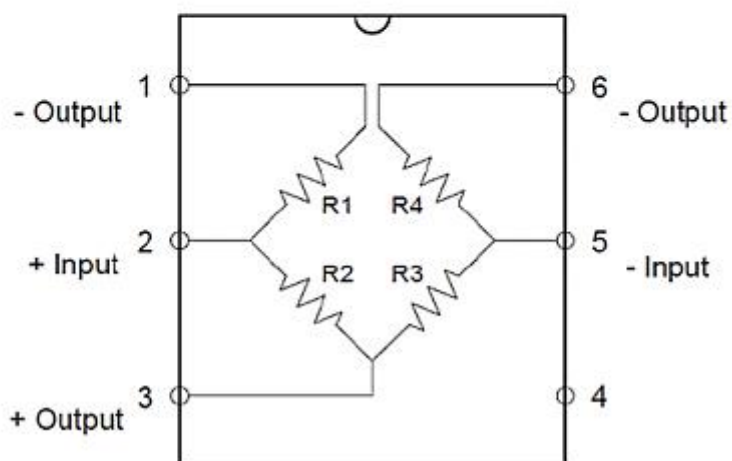
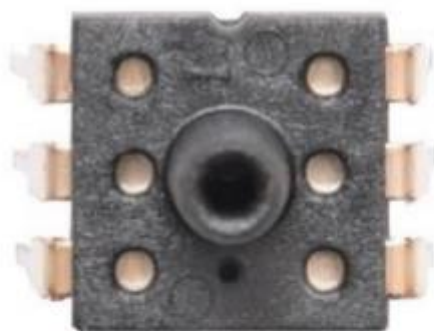




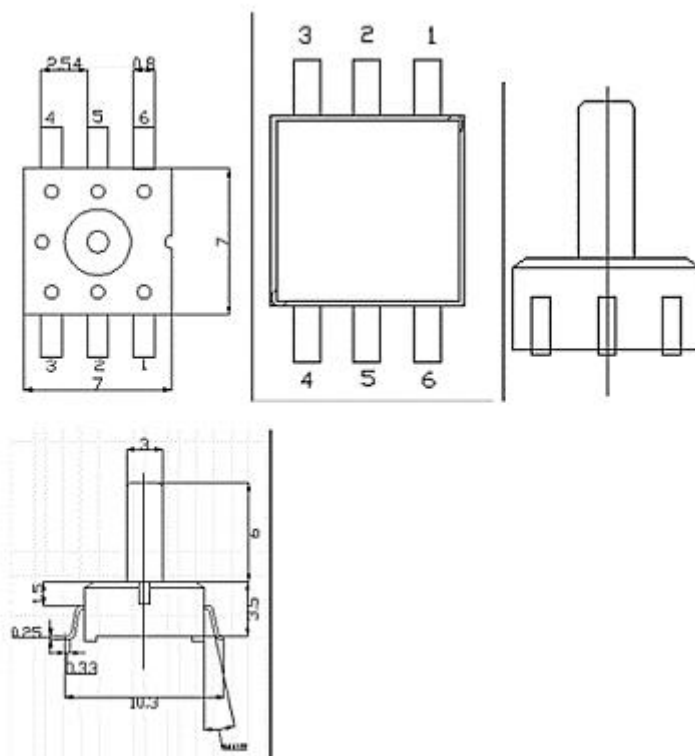
2.2 сурет – LM358N Op-Amp микросұлбасы и кескіні

## 2.4 Қысым датчиктері

Тиісінше, осы құрылғыда MPS20N0040D-S типті қысым датчигі қолданылды, ол MEMS технологиясын қолданатын қатты күйдегі қысым датчигі, сенімділігі жоғары және бағасы төмен. Қысым диапазоны - фунт / кв.дюйм (40 кПа), жеткізу кернеуі 5 В тұрақты ток, ал тұрақты ток - 1 мА, кіріс кедергісі 4-6 Ом, екі жақты кернеу  $\pm 25$  мВ, толық көлемді шығу кернеуі 50-100 мВ. 2.3-суретте осы қолданылатын қысым датчигінің модулі көрсетілген. Сонымен қатар, 2.3-суретте осы ақылды сағатта қолданылатын MPS20N0040D-S қысым датчигінің блогы көрсетілген.



2.3 сурет – Қысым датчигі

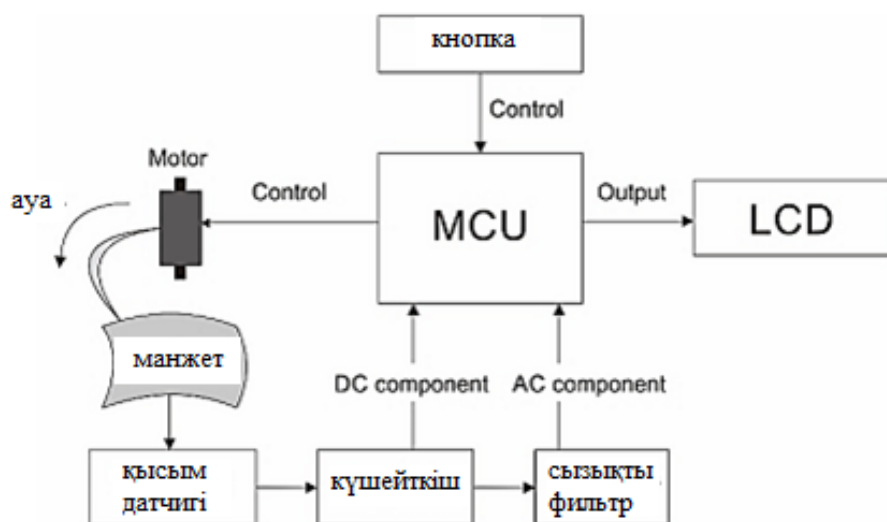


2.4 сурет – Қысым датчигі өлшемі және блок-схемасы

Қан қысымының жіктелуі үшке бөлінеді: идеалды қан қысымы, жоғары қан қысымы және төменгі қан қысымы. 3 классификацияны өлшеу үшін терминдердің екі түрі қолданылады, мысалы, систолалық (жоғарғы сан) және диастолалық (төменгі сан).

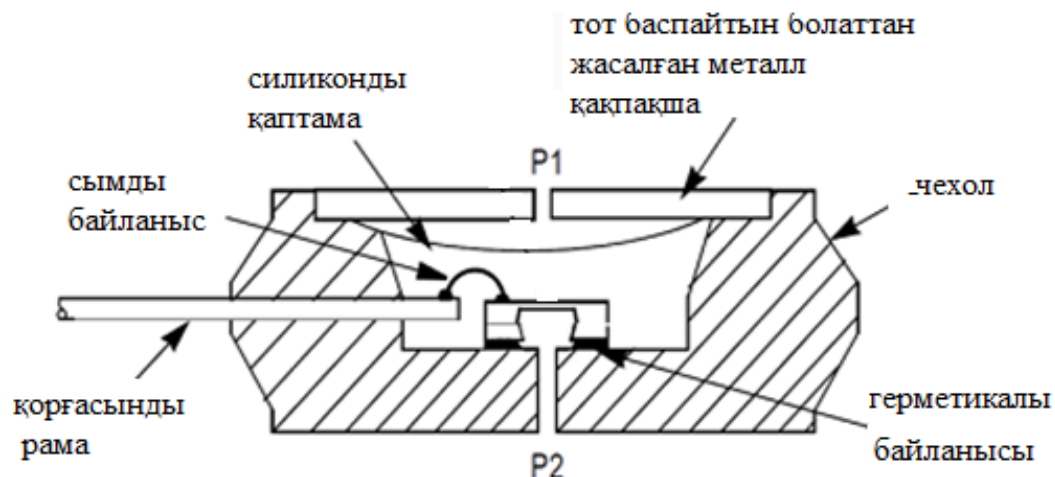
Қан қысымы сенсорының тізбегі Micro Arduino немесе Nanoduino көмегімен MCU көмегімен жасалады, сондықтан пациент үшін жеңіл нұсқасы ыңғайлы.

Жүрек - дененің ең маңызды бөлігі, ол бүкіл денеге қан айдауға жауап береді. Тиісінше, тексеру нәтижелері бойынша пациент инсульт немесе жүрек ауруы сияқты белгілерден зардап шегеді деп тұжырым жасауға болады. Қан қысымының мәнін миллиметр сынаппен (Hydrargyrum), содан кейін қысқартылған ммHg-ді білу үшін қондырғыны білу керек. Ал (кПа) қысымның шамасын білдіретін, демек ммHg өзгеру үшін Халықаралық (СИ) стандартқа негізделген өлшем бірлігі болып табылады[21].



2.5 сурет – Қысым датчигінің блок-сұлбасы

2.5-суретте артериялық қысым датчигінің блок-схемасында бірнеше маңызды компоненттер бар, яғни MCU деректерді басқару құралы мен процессордың құрамына кіреді, оны микроконтроллер деп атауға болады, осы зерттеуде біз Arduino Micro микроконтроллерін қолдандық. Содан кейін шығыс бөлімі - зерттеу үшін пайдаланылатын LCD, LCD - 8x2 биттік LCD. Жетектегіштің көмегімен ауаның қысымын қамтамасыз етуге арналған тұрақты ток қозғалтқышы және қысым түрлендіргіштің құрамдас бөлігі (2.5-сурет) күшейткіш тізбегі мен жолақты сүзгіге қосылған. Өткізгіштің сүзгісі бар күшейткіш схемасы аналогты жиіліктерге арналған сүзгі сияқты жұмыс істейді.



2.6 сурет – MPX10 типті қысым өлшейтін әмбебап датчигі

Егжей-тегжейлі, қан қысымының датчигінің корпуста жинақталған суретін 2.6- суретте көруге болады.



2.7 сурет – ZigBee модулі

Қазіргі уақытта ақылды сағат әртүрлі платформалар мен қауіпсіздік жүйелерінің, яғни ZigBee RF модулінің, WiFi модулінің, Bluetooth модулінің (BLE) және микроэлектромеханикалық жүйенің (MEMS) дамуымен тез дамып келеді. Ақылды сағат автоматика мен ыңғайлылықты қамтамасыз етеді, сондықтан деректерді интернетке автоматты түрде жіберіп, нақты уақытта көруге болады, яғни дербес компьютер платформасында, планшет пен смартфонда интернет байланысында бар.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Ақылды құрылғылардың қазіргі нарығы айтарлықтай әр түрлі. Бағасына, пішініне, мөлшеріне, салмағы мен функционалдылығына сәйкес әркім өзі үшін ең қолайлы құрылғыны таба алады. Көп жағдайда, тіпті бюджеттік құрылғылар да функциялардың жеткілікті жиынтығына ие және сапаны көтереді. Трекерлер немесе ақылды сағаттар әртүрлі жүрек ауруларымен ауыратын және үнемі бақылауды қажет ететін қарт адамдар үшін де, өздерінің физикалық белсенділігін бақылауды қалайтын жастар үшін де пайдалы болады.

Қысым мен жүрек соғу жылдамдығын өлшейтін функциялары бар ықшам және стильді ақылды сағаттардың пайда болуы көптеген спортшылар үшін (және олар үшін ғана емес), егде жастағы адамдар үшін нақты құтқару болды. Осы ақылды құрылғының көмегімен гипертониялық науқастар өздерінің әлауқатын үнемі қадағалап отыра алады. Әрине, ол денсаулығының нақты жағдайын анықтамайды, бірақ мұндай гаджеттің көмегімен кейбір көрсеткіштерді нормада ұстау өте нақты.

Қосымша функциялары бар «ақылды» білезікті қолдану өте қарапайым. Түрлі модельдердің ішінен смартфоннан өздігінен жұмыс жасайтын батареямен жұмыс істейтін құрылғыны таңдауға болады. Жоғары қан қысымымен ауыратындардың арасында көптеген қарттар бар, сондықтан дәлелдердің жеңілдігі мен анықтылығы өте үлкен рөл атқарады.

Білезік оқуға арналған басқа медициналық құрылғыларға қарағанда едәуір жақсы. Ол кез-келген позицияда қысым мен импульсті маңызды нәрселерден алшақтамай өлшеуге мүмкіндік береді. Егер қаласаңыз, білезікті оңай шешіп, киюге болады, ал кейбір адамдар тіпті түнгі демалыс кезінде де өз құрылғыларымен бөліспейді.

Ақылды сағаттарды қолдану денсаулыққа зиян тигізбестен әрекетті оңай бақылауға, жетістіктеріңізді бақылауға, салауатты өмір салтын ұстануға және күнделікті дұрыс өмір салтын ұстануға мүмкіндік береді. Индикаторлардың нақты көрсетілуі адамдарды белсенді болуға итермелейді немесе уақытылы дәрігердің көмегіне жүгініп, әл-ауқатының күрт нашарлауын күтпейді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Lopez, A.D.; Mathers, C.D.; Ezzati, M.; Jamison, D.T.; Murray, C.J.L. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: Systematic analysis of population health data. *Lancet* 2006, 367, 1747–1757. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 2 Centers of Disease Control and Prevention. Vital signs: Awareness and treatment of uncontrolled hypertension among adults. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2012, 61, 703–709. [[Google Scholar](#)]
- 3 Korotkoff, N. On methods of studying blood pressure. *Bull. Imp. Mil. Med. Acad.* 1905, 11, 365–367. [[Google Scholar](#)]
- 4 O'Brien, E.; Atkins, N. Accuracy of an oscillometric automatic blood pressure device: The Omron HEM403C. *J. Hum. Hypertens.* 1995, 9, 169–174. [[Google Scholar](#)]
- 5 O'Brien, E. Blood pressure measuring devices: Recommendations of the European Society of Hypertension. *BMJ* 2001, 322, 531–536. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 6 Leung, A. Hypertension Canada's 2016 Canadian Hypertension Education Program Guidelines for Blood Pressure Measurement, Diagnosis, Assessment of Risk, Prevention and Treatment of Hypertension. *Can. J. Cardiol.* 2016, 32, 569–588. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 7 Rundo, F.; Conoci, S.; Ortis, A.; Battiato, S. An Advanced Bio-Inspired PhotoPlethysmoGraphy (PPG) and ECG Pattern Recognition System for Medical Assessment. *Sensors* 2018, 18, 405. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 8 Rundo, F.; Ortis, A.; Battiato, S.; Conoci, S. Advanced Bio-Inspired System for Noninvasive Cuff-Less Blood Pressure Estimation from Physiological Signal Analysis. *Computation* 2018, 6, 46. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 9 Wang, Y.J.; Chen, C.H.; Sue, C.Y.; Lu, W.H.; Chiou, Y.H. Estimation of Blood Pressure in the Radial Artery Using Strain-Based Pulse Wave and Photoplethysmography. *Sensors. Micromachines* 2018, 9, 556. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 10 Liu, S.H.; Cheng, D.C.; Su, C.H. A cuffless blood pressure measurement based on the Impedance plethysmography technique. *Sensors* 2017, 17, 1176. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 11 Huynh, T.; Jafari, R.; Chung, W.Y. An Accurate Bioimpedance measurement system for blood pressure monitoring. *Sensors* 2018, 18, 2095. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 12 Liu, Z.D.; Liu, J.K.; Wen, B.; He, Q.Y.; Li, Y.; Miao, F. Cuffless Blood Pressure Estimation Using Pressure Pulse Wave Signals. *Sensors* 2018, 18, 4227. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 13 Nye, E. The effect of blood pressure alteration on the pulse wave velocity. *Heart* 1964, 26, 261–265. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

- 14 Gribbin, B.; Steptoe, A.; Sleight, P. Pulse wave velocity as a measure of blood pressure change. *Psychophysiology* 1976, 13, 86–90. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 15 Ahmad, S.E.A. Electrocardiogram-Assisted Blood Pressure Estimation. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 2012, 59, 608–618. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 16 Chen, W.; Kobayashi, T.; Ichikawa, S.; Takeuchi, Y.; Togawa, T. Continuous estimation of systolic blood pressure using the pulse arrival time and intermittent calibration. *Med. Biol. Eng. Comput.* 2000, 38, 569–574. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 17 Peter, L.; Noury, N.; Cerny, M. A review of methods for non-invasive and continuous blood pressure monitoring: Pulse transit time method is promising? *IRBM* 2014, 35, 271–282. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 18 Alastruey, J.; Parker, K.; Sherwin, S. Arterial pulse wave haemodynamics. In *Proceedings of the 11th International Conference on Pressure Surges*, Lisbon, Portugal, 24–26 October 2012; pp. 401–442. [[Google Scholar](#)]
- 19 Zheng, Y.; Poon, C.C.Y.; Zhang, Y.T. Investigation of Temporal Relationship between Cardiovascular Variables for Cuffless Blood Pressure Estimation. In *Proceedings of the 2012 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)*, Hong Kong, China, 5–7 January 2012; pp. 644–646. [[Google Scholar](#)]
- 20 Xing, X.; Sun, M. Optical Blood Pressure Estimation with Photoplethysmography and FFT-Based Neural Networks; *Biomed. Opt. Express* 2016, 7, 3007–3020. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 21 Li, Q.; Belz, G.G. Systolic time intervals in clinical pharmacology. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* 1993, 44, 415–421. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]