

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті"  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

ӘОЖ 528.5-529

Қолжазба құқығында

Керей Ернұр Аманқосұлы


Магистр академиялық дәрежесін алу үшін  
**МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ**

Диссертацияның атауы

Интернет заттары көмегімен қашықтан озонатордың  
температурасын автоматты басқару үрдісін зерттеу  
7M06201– Телекоммуникация

Дайындау бағыты

Ғылыми жетекші  
ЭТЖҒТ кафедрасының  
қауым. профессор, т.ғ.к.

 Абдықадыров А.А.

«28» 05 2024ж.

Рецензент  
ҚазТЖБУ ғылым жөніндегі  
проректор, PhD

 Жамангарин Д. С.

«29» 05 2024ж.

Норма бақылаушы

ЭТЖҒТ каф. ассистенті

 Кенгесбаева С.

«30» 05 2024ж.



Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

7M06201 – Телекоммуникация



Магистірлік диссертация орындауға арналған  
ТАПСЫРМА

Магистрант Керей Ернұр Аманқосұлы

Тақырыбы «*Интернет заттары көмегімен қашықтан озонатордың температурасын автоматты басқару үрдісін зерттеу*»

Университет ректорының «31» тамыз 2023 ж. №1365-П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі «30» сәуір 2024 ж.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты: Заттар интернеті (IoT) технологиялары арқылы озонатордың температурасын автоматты түрде басқару процесін зерттеу.

Магистрлік диссертацияда әзірленуге жататын сұрақтардың тізімі немесе магистрлік диссертацияның қысқаша мазмұны:

1. *Заттар интернеті (IoT) технологияларын қолдана отырып, озонатор температурасын автоматты басқару жүйесін құру*
2. *IoT жүйесінің компоненттерін таңдау*
3. *Температураны нақты уақыт режимінде бақылау үшін бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу*

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:




1. Абдықадыров А. А. және т.б. "Короналық разряд негізіндегі Eto-02 озонаторын орнатудың тиімділігін практикалық зерттеу." 2020 Радиоэлектроника, электротехника және энергетика бойынша халықаралық жастар конференциясы (REEPE), IEEE, 2020, 1-5 бет. DOI: 10.1109/REEPE49198.2020.9059150.

2. IoT Privacy and Security: Challenges and Solutions, Appl. Sci. 2020, 10(12), 4102; <https://doi.org/10.3390/app10124102>

Магистірлік диссертацияны дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Озонаторлардың температурасын басқару жүйелерінің маңыздылығы мен қолданысы	11.12.2023 - 26.01.2024	орындағанды
Интернет заттарын қолдана отырып, озонаторлардың температурасын автоматты түрде басқару жүйелерінің теоретикалық аспектілері	05.02.2024 - 07.03.2024	орындағанды
Озонаторлардың температурасын Интернет заттары жүйесімен басқарудың практикалық маңызы	18.03.2024 - 26.04.2024	орындағанды

Аяқталған магистрлік диссертация үшін, оған қатысты бөлімдердегі диссертациялар кеңесшілері мен норма бақылаушысының қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диссертация жұмысының тақырыбын талдау	Абдыкадыров А.А., ЭТЖҒТ каф. қауымдастырылған профессоры, т.ғ.к.	13.11.2023	
Теориялық ақпарат және тәжірибелік бөлім	Абдыкадыров А.А., ЭТЖҒТ каф. қауымдастырылған профессоры, т.ғ.к.	18.12.2023	
Норма бақылау	Сара Кенгесбаева, ЭТЖҒТ каф. ассистенті	30.05.2024	

Ғылыми жетекшісі



Абдыкадыров А.А.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Керей Е.А.

Күні

« 17 » 04 2023 ж.

## **АНДАТПА**

Бұл ғылыми зерттеу IoT технологиясын қолдана отырып, электр разрядын қолданатын ETRO-02 озонаторын қашықтан басқару мүмкіндігін зерттейді. Ұсынылған озонатор ауыз су мен ағынды суларды зарарсыздандыруға және тазартуға арналған. IoT технологиясын пайдалану озонатордың тиімділігін арттырып, оның жұмыс процесін қашықтан бақылауға және басқаруға мүмкіндік береді. Бұл жүйе озон температура деңгейін сенсорлар, контроллерлер және басқа электрондық компоненттер арқылы автоматты түрде реттей алады және пайдаланушыға құрылғының күйі туралы уақытылы ақпарат бере алады. Зерттеу сонымен қатар жүйенің қауіпсіздігіне, сенімділігіне және ауқымдылығына баса назар аударады. Нәтижесінде, бұл зерттеу суды тазарту және ауыл шаруашылығы саласындағы тиімділігін арттыру мақсатында IoT көмегімен озонаторларды қашықтан басқару жүйесін дамытуға ықпал етеді.

## **АННОТАЦИЯ**

Это научное исследование изучает возможность дистанционного управления озонатором ETRO-02 с использованием электрического разряда с использованием технологии IoT. Предлагаемый озонатор предназначен для обеззараживания и очистки питьевой воды и сточных вод. Использование технологии IoT позволит повысить эффективность озонатора и позволит удаленно контролировать и управлять его рабочим процессом. Эта система может автоматически регулировать уровень температуры озона с помощью датчиков, контроллеров и других электронных компонентов и предоставлять пользователю своевременную информацию о состоянии устройства. Исследование также подчеркивает безопасность, надежность и масштабируемость системы. В результате это исследование будет способствовать разработке системы дистанционного управления озонаторами с помощью IoT с целью очистки воды и повышения эффективности в сельском хозяйстве.

## **ANNOTATION**

This scientific study examines the possibility of remote control of the ETRO-02 ozonator using an electric discharge using IoT technology. The proposed ozonator is designed for disinfection and purification of drinking water and wastewater. The use of IoT technology will increase the efficiency of the ozonator and allow remote monitoring and management of its workflow. This system can automatically adjust the ozone temperature level using sensors, controllers and other electronic components and provide the user with timely information about the status of the device. The study also highlights the security, reliability and scalability of the system. As a result, this research will contribute to the development of a remote control system for ozonators using IoT in order to purify water and increase efficiency in agriculture.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	6
1 IoT және озонатор	8
1.1 Озонаторлардың жұмыс принциптері және қолданылуы	8
1.2 Автоматтандыру және IoT технологияларының қазіргі жағдайы	14
1.3 Температура басқару жүйелерінің теориялық негіздері	19
1.4 Осы саладағы алдыңғы зерттеулер және олардың нәтижелері	21
1.5 Температураны бақылау үшін IoT қолдану	22
1.6 Қоршаған ортаны бақылауда заттар IoT қолдану	24
2 IoT қолдана отырып, озонаторлардың температурасын автоматты түрде басқару жүйелерінің теоретикалық аспектілері	26
2.1 Эксперименттік орнатылымның сипаттамасы	26
2.2 Деректер жинау және талдау әдістері	28
3 Озонаторлардың температурасын IoT жүйесімен басқарудың практикалық маңызы	36
3.1 Озонатордың температурасын басқару жүйесінің жобалануы	36
3.2 Жоба құралдарын таңдау	38
3.3 Деректер жинау және өңдеу	41
3.4 Жүйенің құрастырылуы және тестілеу	43
3.5 Тестілеу нәтижелерінің талдауы	47
3.6 Жүйенің тиімділігін бағалау	52
4 Зерттеу нәтижелерінің ғылыми негіздерін салыстыру және бағалау	54
4.1 Зерттеу барысындағы қиындықтар мен шешімдер	56
Қорытынды	58
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	59

## КІРІСПЕ

Қазіргі технологиялық даму мен инновациялар біздің қоғамдағы өмір сүру сапасын жақсартуға, экономикалық өсуді қамтамасыз етуге, экологиялық мәселелерді шешуге айтарлықтай ықпал етеді. IoT желілік инфрақұрылым арқылы әртүрлі құрылғылар мен сенсорларды бір-бірімен және интернетпен өзара байланыстыратын цифрлық технологиялардың жаңа буынын білдіреді. IoT технологияларын кеңінен қолдану көптеген салаларда, соның ішінде радиосигналдардың кешігуін өлшеу және бағыттарды анықтау [1,2], өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы, денсаулық сақтау және экология салаларында айқын көрінеді. Бұл тұрғыда электр тәжінің разрядына негізделген озонаторларды қашықтықтан басқару мүмкіндігі [3,4] IoT арқылы өзекті тақырыпқа айналады. Озонаторлар - ауаны тазартуда, ауыз су мен ағынды суларды тазартуда [5,6,7,8] және тамақ өнімдерін сақтауда қолданылатын озон газын шығаратын құрылғылар. Сонымен қатар, озонның күшті тотықтырғыш қасиеттеріне байланысты ол судағы ауыр металдарды да тотықтыра алады [9]. Ультракүлгін сәулелерді және электрлік тәждік разрядты пайдалану озонның жоғары концентрациясын қажет ететін қолданбалар үшін қуатты және өнімді ерітіндіні ұсына отырып, озон өндірудің тиімді әдісі ретінде танылды [10]. Озонаторларды қашықтан басқару мүмкіндігі олардың тиімділігі мен пайдалану қауіпсіздігін арттырады, бұл технологияны қолдану аясын кеңейтеді. IoT технологиясының көмегімен пайдаланушылар озонатор температурасын нақты уақыт режимінде бақылап, басқара алады, бұл құрылғының жұмыс параметрлерін оңтайландыруға, техникалық қызмет көрсетуді жоспарлауға және тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Зерттеу жұмысының өзектілігі: Озонаторлардың тиімділігі мен сенімділігін едәуір арттыру мүмкіндігіне байланысты IoT технологиялары арқылы озонатордың температурасын автоматты түрде басқару процесін зерттеу өзекті болып табылады. IoT пайдалану нақты уақыт режимінде температураны дәл бақылауға және басқаруға мүмкіндік береді, бұл оңтайлы жұмыс жағдайларын қамтамасыз етеді және жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзартады.

Тақырыптың маңыздылығы және қолданбалы мақсаттары: IoT көмегімен озонатор температурасын автоматты түрде басқару осы жүйелердің тиімділігі мен сенімділігін арттыру үшін маңызды, бұл пайдалану шығындарын азайтады және жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзартады. Температураны тиімді басқару қызып кетуді болдырмайды, тұрақты өнімділікті қамтамасыз етеді және экологиялық қауіпсіздікті жақсартады. Зерттеудің негізгі қолданбалы мақсаттарына температураны бақылау және реттеу үшін аппараттық және бағдарламалық платформаны әзірлеу, жүйенің сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету кіреді. Эксперименттік зерттеулер жүргізу жүйенің параметрлерін оңтайландыруға және оны енгізу бойынша практикалық ұсыныстар дайындауға мүмкіндік береді. Бұл зерттеу

IoT-тің өндірістік процестерді басқарудағы маңыздылығын көрсетеді және технологиялық дамудың жаңа мүмкіндіктерін ашады.

Зерттеу мақсаттары мен міндеттері: Зерттеудің мақсаты – IoT технологияларын қолдана отырып, озонатор температурасын автоматты басқару жүйесін құру. Осы мақсатқа жету үшін температураны бақылаудың қолданыстағы әдістеріне талдау жүргізу, IoT жүйесінің компоненттерін таңдау және негіздеу, температураны нақты уақыт режимінде бақылау және реттеу үшін архитектура мен бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу қажет. Сондай-ақ, жүйенің эксперименттік сынақтарын жүргізу, оның тиімділігі мен сенімділігін бағалау үшін деректерді жинау және талдау қажет болады. Нәтижесінде зерттеу ұсынылған шешімнің практикалық маңыздылығы мен жаңашылдығын көрсетеді. Зерттеу нәтижелері озонаторлардың әртүрлі өнеркәсіптік және мемлекеттік секторларда қолданылуын жақсартуға ықпал етеді деп күтілуде.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы: IoT технологиясын озонатордың температурасын басқаруға біріктіру. Озонатордың температурасын автоматты бақылау және реттеу үшін IoT – технологияларды зерттеу алғаш рет жүргізілуде. Бұл нақты уақыт режимінде оңтайлы температура режимін сақтаудың жоғары дәлдігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Интеллектуалды мониторинг және басқару жүйесін құру: Жұмыста әртүрлі құрылғыдан деректерді жинауға, талдауға және өңдеуге қабілетті интеллектуалды жүйенің дамуы ұсынылған, бұл болжамды басқаруға және ықтимал төтенше жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді.

## 1 IoT және озонатор

### 1.1 Озонаторлардың жұмыс принциптері және қолданылуы

Қазіргі уақытта озонатор қондырғылары бірнеше кәсіпорындарда кеңінен қолданылады [14]. Құрылымдарда ауаны тазарту үшін озон құрылғысын қолдану тиімді екені дәлелденді. Сонымен қатар, озон тамақтың бұзылып, өзгеруіне себепші зиянды бактерияны жояды, сонымен қатар шырыштың пайда болуын болдырмайды [15]. IoT технологиясының дамуы біршама қосымшаларды қолдайды, нақтылықты сонымен қатар тиімді болуды арттырады, сонымен қатар экономикалық тиімділікке үлес қосып келеді [16]. IoT құрылғыларының дамығаны соншалық, халқымызды ақпараттандыруға сонымен қатар ортамызды бақылау кезінде кең желіні құруға өз үлесін береді.

Зерттеулерге сүйенетін болсақ [15,18,19] озон бактерияларға жақсы ықпал етеді және оларды түпкілікті жою үшін пайдалануға болады. 288-ден 293 К-ге дейінгі температурада және ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 80-ден 95%-ға дейін, озон концентрациясы  $1\text{мг/м}^3$ -тен аз патогендік микрофлораға қатты септігін тигізбейді [20,21]. Қазіргі таңда тұтынушылар жаңа піскен жемістер мен көкөністерді үнемі тұтынудың тағамдық құндылығын көбірек түсінгендей, бұл дегеніміз денсаулық жағдайын сонымен қатар аурулардың қаупін азайтады [22].

Үлкен құрылымдардағы ауаны тазарту және иістер мен зиянды түгіндерді кетіру үшін озонды көпшілік алдында пайдалану кең таралған қолданыс болып табылады. Озон ауадағы тағамның бұзылуына әкелетін бактерияларды тиімді түрде жояды және көгеру мен шырыштың пайда болуына жол бермейді [23]. Қазіргі жағдайда біршама жүйелерді басқарудың тиімділігі мен ыңғайлылығын арттыру үшін IoT технологияларын қолдануға баса назар аударылады. Бұл зерттеуде біз IoT технологияларын қолдана отырып, озонатор температурасын автоматты түрде бақылау процесіне назар аударамыз. Озонаторларды басқару саласында оңтайлы температураны ұстап тұруға байланысты процестерді бақылаудың тиімді және ыңғайлы жолдарын дайындауымыз қажет. Қазіргі таңда қолданылып келе жатырған технологияларға назар аудармастан, IoT байланысы бізге қашықтан бақылау және автоматтандырылған басқару үшін керек.

Озонатор құрылғысын қашықтан бақылау, қоршаған құрылымның өзгеруіне себепші, сонымен қатар нақты жағдайдағы баптауларды, оның ішінде температура баптауын қоса алғанда, баптау арқылы озон құрылғысының жұмысын оңтайландыруға септігін тигізеді [38]. Баптаулар, енгізілген өзгерістер артық қуат шығынын азайта отырып, жүйеміздің жалпы өнімділігін арттырады. Температура сапасы немесе басқа баптаулар өзгерген кезде, қашықтан басқару құрылғысы бұл өзгерістерге жылдам жауап бере отырып, температураны реттеу сапасын жақсартады, сонымен қатар болуы мүмкін ақауларды лезде жояды. Жабдыққа жауапты жұмысшылар



құрылғыдан алыс болған кезде жүйенің жұмысын басқара және реттей алады [39].

Озонатор құрылғысын алыстан бақылау техникалық қолдау сонымен қатар баптау ережелерін оңайлатады. Бұл озон құрылғысының тоқтап қалуын төмендету арқылы қиындықтарға тез жауап беруге мүмкіндік береді. Озонаторларды алыстан қадағалаудың бұрынғы қолданысына байланысты IoT технологиясы мен сандық басқару жүйесінің дамуымен осындай тәжірибелер қол жетімді бола бастағанын атап өту керек. Бұрын дәстүрлі қадағалау жобасы қолданылған болуы мүмкін, бірақ IoT дамығаннан кейін озонаторларды басқарудың заманауи және тиімді тәсіліне ықпал ететін қашықтан бақылау және өзгеріс енгізу саласында жаңа мүмкіндіктер пайда болды.

Бақылау сонымен қатар басқару нысаны ретінде көкөніс қоймасында орналасқан атмосфералық ауадағы озон деңгейі қарастырылады. Басқару құрылғысы – бұл компрессоры бар жүйеге септігін тигізетін озон генераторы. Басқару сигналы қалыптастыратын компонент реттеу құрылғысы, бағдарламалық қамтамасыз ету құрылғысы деп аталады. Оның көмегімен озондау жүйесі баптаймыз, қажетті өңдеу баптаулары енгізіледі сондай-ақ қайталанба жұмыс қамтамасыз етіледі.

Озон, бактерияларға қарсы зияны бар және жоғары тотығу қабілетіне ие газ, ПЭТ бөтелкелерді залалсыздандыруда, мысалы, сыра шашылған кезде пайдаланылады. Осы қолданыс сусындардың сапасын күрт жақсартуға және беріктендіруге, ұзақ мерзімді зерттеулерден алшақ болуға сонымен қатар зат сапасы арасында болатын біркелкілікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Залалсыздандыру құбылысын басқару жоспары жасалды, сондай-ақ заманауи үрдіске сәйкес келуші автоматты толтыру процесінде ПЭТ бөтелкесінің микробиологиялық тазалығын қамтамасыз ететін озонды ауа қоспасын пайдалану жүзеге асырылған болатын [24].

Анықталған жоба сонымен қатар дамулардың қорытындысында тиімді технологиялық құбылысты қамтамасыз ету үшін озонаторды таңдауда көмекші болатын озонаторлардың салыстырмалы бағалау критерийлері қолданыстағы болды. Озондау жүйесі бар инкубация камерасының ауа ортасындағы озон концентрациясының уақытқа аналитикалық байланыстылығы зерттелді және эксперименталды жолмен дәлелденді, бұл тәсіл – разрядты озонатор сүзгісін қолдана отырып, озондау жүйесін жоспарлау кезінде инженерлік есептеулер жасауға мүмкіндік береді.

Келесі мақала [25] бидай дәнін иондық-озондық өңдеудің технологиялық аспектілеріне арналған. Бұл тапсырманың маңыздылығы тотығу-тотықсыздану процестеріне, өнім сапасын жақсартуға, өндіріс шығындарын азайтуға ықпал ететін жаңа компоненттерді құруға байланысты. Зерттеудің негізгі мақсаты зиянкестерді жоя отырып сонымен бірге астық партияларының сапасын жақсартып отырып, бидай астығының қорларын иондық-озондық өңдеудің технологиялық негіздерін әзірлеу болып табылады.

Тағы бір жұмыста [26] ара ауруларын емдеу мақсатында ара колонияларын озондау үшін ұядағы озон концентрациясын автоматты

басқару жүйесі дайындалды. Озон концентрациясы сонымен қатар өңдеу уақыты сияқты негізгі өңдеу параметрлері тиімді қорытындыға қол жеткізудің кілті болып табылады. IoT тез жылдамдықта дамып келе жатқан соңғы жетістіктері ақылды ауыл шаруашылығы саласындағы деректерді жинаудың жедел мүмкіндіктерін кеңейтуге оң ықпалын тигізді [27,28].

Бұл аталған жұмыстарда озонды өңдеу саласына айтарлықтай үлес қосады, соның ішінде бірінші жұмыс бидай дақылына, екінші жұмыс аралардың денсаулығына назар аударады.

Қолданыстағы ғылыми әдебиеттерге шолу озонның өте жылдам және күшті вирусцидтік агент екенін көрсетеді; дегенмен, озон газының нақты дозалары бірнеше зерттеулерде ғана сипатталған, өйткені озонның вирусцидтік зияны секундтарда немесе миллисекундтарда орын алады, бұл вирустардың инактивациясын техникалық өлшеуді қиындатады [35].

Озонмен қарапайым герпес вирусының (HSV) инактивациясын Петри және басқалар зерттеді [36], мәселен коммерциялық ауа тазартқышпен озон жасау (Brizzamar, Ronda Alta, RS, Бразилия). Қоршаған ортадағы озон концентрациясы ECO Sensor model OS-4 арқылы бақыланды. Озонға вирус 1-3 сағат әсер еткенде, 0,02-ден 0,05 ppm-ге дейінгі концентрацияда жасуша культурасы арқылы сыналған вирустың 68-90% инактивациясына қол жеткізілді.

Озонның вирустық белсенділігінің маңызды факторы оның тиімділігін арттыратын салыстырмалы ылғалдылық болып табылады. Соңғы зерттеулер бөлме температурасында және белгілі бір ылғалдылықта SARS-CoV-2 вирусын инактивациялаудағы озонның жоғары тиімділігін растайды. Дегенмен, озонның токсикологиялық қасиеттерін ескере отырып, оны дезинфекциялау үшін оңтайлы пайдалануды материалдар мен адам денсаулығына теріс әсер ету қаупін азайту үшін адамдардың қатысуынсыз үй-жайларда жүргізу ұсынылады [37].

Озон технологиясы қазіргі ғылымның дамуындағы тиімді дамушы бағыт болып табылады және ауылшаруашылық өнімдерін сақтау үшін тамақ құрылымында қолданылған кезде айтарлықтай экономикалық үрдіс береді деп қорытынды жасауға болады.

Алайда, жүргізілген талдау негізінде тамақ өнеркәсібіндегі тиімді электр антисептикалық режимдерге қатысты нақты жауап беру мүмкін емес. Бұл, ең алдымен, қарастырылып отырған технологияның әрбір компонентінің бактерицидтік әсерін анықтауға бағытталған қосымша зерттеулерді қажет етеді. Бұл мәселені әдістемелік тұрғыдан дұрыс шешу үшін көкөніс қоймасындағы ауаны озондау процесінің режимдерін растайтын математикалық модельдер жасау ұсынылады.

Кезекті жұмыста [43] шаруашылық – ауыз судың сапасына және оны пайдаланғаннан кейін тазартуға қатысты заңнамалық нормалар мен стандарттарды зерттейді. Сусындар өндірісінде қолданылатын ауыз суды стерильді өңдеудің, тазартылған ауыз судың сипаттамаларын нақты анықтаудың және сусындар өндіретін кәсіпорындарда ағынды суларды

тазарту әдістерін дұрыс таңдаудың маңыздылығы атап өтіледі. Сондай-ақ таңдалған суды дайындау және ағынды суларды тазарту әдістерін тексеру қажеттілігі атап өтіледі.

Бұл жұмыс [44] АҚШ пен Еуропадағы ауыз суды өңдеу технологияларын салыстырады, олардың негізгі принциптер мен әдістердегі ұқсастықтары атап өтіледі. Еуропада салмағы 500 мг/л-ден асатын бастапқы су сирек кездесетініне қарамастан, АҚШ-та мұндай мәндер 1000 мг/л-ден асады. Суды тазарту технологияларындағы айырмашылықтар, соның ішінде тұндырғыштар мен сүзгілерді пайдалану, сондай-ақ су сапасының стандарттары және олардың АҚШ пен Еуропа арасындағы айырмашылықтары талқыланады. Сондай-ақ, жұмыста АҚШ-та суды қорғау үшін шамамен 5-6 сағат болатын көлденең тұндырғыштар кеңінен қолданылатындығы, ал Еуропада коагулянт үлпектерін құммен ауырлату сияқты жетілдірілген әдістер қолданылатындығы атап өтілген. Еуропада сүзгілердің бір қабатты жүктемелері құммен немесе белсендірілген көмірмен сумен жуылады, ал АҚШ-та тек сумен жуу жиі қолданылады. Сонымен қатар, жұмыс екі аймақтағы су сапасының нормаларын қабылдау тарихын қарастырады және осы нормалардағы айырмашылықтарды көрсетеді, әсіресе синтетикалық органикалық заттар мен нитраттар сияқты ластаушы заттарды дезинфекциялау және жою әдістеріне қатысты. Су дайындау үдерістерін жақсарту үшін елдер арасында белсенді ынтымақтастық пен тәжірибе алмасу қажеттілігі атап өтіледі.

Бұл жұмыс [45] кеңістіктік, маусымдық және жыл аралық өзгерістерді ескере отырып, сулардағы микробтық қауымдастықтың саны мен сапалық құрамының динамикасын зерттеді, сондай-ақ оларға әсер ететін факторларды анықтады. Цитопатогендік және антибиотикке төзімді қасиеттері бар патогендік вирустар мен оппортунистік бактериялардың кең таралуы анықталды, бұл зерттелетін сулардың адам денсаулығына ықтимал эпидемиялық қауіптілігін көрсетеді. Қоршаған ортада В гепатиті вирустары мен цитомегаловирустардың таралуы туралы маңызды деректер алынды, микробиологиялық мониторинг тұжырымдамасы тұжырымдалды.

Бұл жұмыс [46] жаңа жоғары тиімді озон генераторларын қолдана отырып, ластанған су мен газ шығарындыларын терең тазарту технологиясын жасады. Бұл генераторлардың параметрлері мен жұмыс режимдері, соның ішінде беттік разряд плазмасы және жоғары жиілікті жылжымалы разряд анықталды. Озон генерациялау процесіне эксперименттік зерттеулер жүргізілді, жұмыстың технологиялық режимдері әзірленді және озон генераторларына техникалық талаптар белгіленді. Сондай-ақ, озон генераторларының разрядтық элементтерінің схемалық электр тізбектері мен конструкциялары ұсынылған.

Осы жұмыстың [47] нәтижесінде қоршаған ортаны жақсарту және паразиттік аурулардың алдын алу мақсатында ауылдық елді мекендердің ағынды суларын тазартуды оңтайландыру бойынша гигиеналық іс-шаралар кешені әзірленді және негізделді. Перспективалы құрамдастырылған

қондырғыда сарқынды суларды тазарту тиімділігіне экологиялық-гигиеналық бағалау ұсынылған, сондай-ақ беттік-белсенді заттардың қатысуымен шаруашылық-тұрмыстық сарқынды суларды дегельминтизациялау әдістері негізделген.

Бұл жұмыс [48] озонды пайдаланып суды тазарту және зарарсыздандыру әдісі мен құрылғысын әзірледі. Атмосфералық ауадағы тәждік тосқауыл разрядындағы озон электросинтезінің процестері зерттелді. Электросинтез механизміне талдау жасалды және разрядтағы озонның түзілуі мен жоғалу процестерін сипаттайтын кинетикалық теңдеулер жүйесі жасалды. Озонның разряд аралығындағы концентрациясы анықталды, сонымен қатар озондаушы элементтің құрылымдық параметрлерін есептеу үшін математикалық модель құрылды. Тәждік тосқауыл разрядындағы электр тогын күшейту үшін разряд плазмасындағы резонанстық құбылыстар немесе параллель қосылған индуктивті сыйымдылық тізбегі мен озонатордан тұратын тербелмелі тізбек қолданылады. Озондау құрылғысы жасалды, онда тәждік электродтар ауа қысымының төмендеу аймағында су ағынына жақын орналасқан. Корона электродының параметрлерін таңдауға мүмкіндік беретін компьютерлік бағдарлама жасалды. Табиғи минералдарды шунгит, цеолит, глауконит сияқты сорбенттер ретінде пайдалана отырып, озондау, органикалық заттарды, ауыр металдар мен радионуклидтерді сорбциялау сатыларын қамтитын сарқынды суларды кешенді тазарту мен зарарсыздандырудың әмбебап технологиясы ұсынылды. Тәж-тосқауыл разрядындағы озонатор Алматы қаласының су құбыры желісінде сәтті сыналды.

Ауыз су мен ағынды сулардың сапасына қатысты қазіргі жағдай эпидемиологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің жаңа тәсілін талап етеді, бұл суды зарарсыздандырудың қолданыстағы және жаңа технологияларын жетілдіруге итермелейді [49]. Көптеген белгілі дезинфекциялау әдістері осы уақытқа дейін ғылыми әзірлемелер сатысында, соның ішінде әртүрлі ток түрлерінің өтуі, анодтың ыдырауы, кавитация және радиациялық сәулелену. Сутегі асқын тотығымен, калий перманганатымен және ауыр металл иондарымен емдеу сияқты басқа әдістер жоғары шығындарға немесе суды өңдеудің күрделі схемаларына байланысты шектеулі қолданылады [50].

Кең ауқымды су тазарту қондырғыларында сыналған нақты практикалық технологиялар хлорлау, озондау және ультракүлгін (ультракүлгін) сәулелену болып табылады [51]. Бұл технологиялардың әрқайсысының технологиялық процесте қолайлылық, суға әсер ету және экономикалық тиімділік сияқты артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Сондықтан белгілі бір технологияны таңдау гигиеналық, техникалық және экономикалық аспектілерді ескере отырып, осы факторларды жан-жақты талдауға негізделуі керек.

Хлорлау – вирустарға қатысты тиімсіз әдіс екені белгілі. Сонымен, жұмыста [52] энтеровирустарды дезинфекциялауды қамтамасыз ету үшін 30 минуттан 4 сағатқа дейін байланыста болғаннан кейін 1-2,7 мг/л бос хлор концентрациясы қажет екендігі көрсетілген. Жақында жүргізілген зерттеулер

дәстүрлі хлорлау үлгілері көптеген жағдайларда вирустардың ауыз суға енуіне кедергі болмайтынын дәлелдеді [53].

Озон мен ультракүлгін сәулелер нақты дозаларда жеткілікті жоғары вирустық әсерге ие: озон 0,5-0,8 мг/л 12 минут байланыста, ультракүлгін сәуле 16-40 МДЖ/см<sup>2</sup> [54].

### 1.1.1 Озонның қасиеттері

Озон – оттегінің жоғары белсенді, аллотропты түрі; кәдімгі температура кезінде – бұл ашық көк түсті газ, оған тән өткір иіске ие. Сұйық фазада озон индиго-көк, ал қатты фазада – қалың күлгін-көкшіл түсті, қалыңдығы 1 мм озон қабаты іс жүзінде жарық өткізбейді. Озон оттегіден түзіліп, сіңеді бұл жылу және керісінше ыдырау кезінде оттегіге ауысады.

Газ күйінде озон диамагнитті, ал сұйық күйінде ол әлсіз парамагниттік. Озон эфир майларында, скипидарда жақсы ериді. Оның суда ерігіштігі оттегіге қарағанда жоғары, 15 еседен астам. Озон молекуласы, жоғарыда айтылғандай, үш оттегі атомынан тұрады және сипатталатын үшбұрыштың асимметриялық құрылымына ие.

Кесте 1.1 – Озонның негізгі физикалық қасиеттері

Қасиеттері	Көрсеткіштері
Молекулалық салмағы	47,998
Ауадағы үлес салмағы	1,624
NTD тығыздығы	2,1415 г/л
Балку температурасы	-192,5°С
Қайнау температурасы	-111,9°С
Критикалық температура	-12,1°С
Критикалық қысым	54,6 атм
Сыни көлемі	147,1 см <sup>3</sup> / моль
Қалыптасу жылуы (18°С)	34,2 ккал / моль
Булану жылуы (-112°С)	74,6 ккал / моль
Еріту жылуы (НГ, 18° С)	3,9 ккал / моль
Иондану потенциалы	12,8 эВ
Электронға жақындығы	1,9-2,7 эВ
Жылу өткізгіштік (25° С)	3,3-10~5 кал / см <sup>2</sup>
Детонация жылдамдығы (25° С)	1863 м / с
Детонация қысымы (25° С)	30 АТМ
Магниттік сезімталдық (18° С)	0,002 - 10-6 U
Суда ерігіштік ("С"):	
0	13 г / л

Озондау – экологиялық таза технология. Алайда, озондау кезінде стандарттармен улы деп жіктелген жанама өнімдердің пайда болуы мүмкін. Бұл ретте мұндай өнімдердің тізбесі хлорлау жағдайынан кем емес. Оларға броматтар, альдегидтер, кетондар, карбон қышқылдары, хинондар, фенолдар

және басқа гидроксилденген және алифатты хош иісті қосылыстар жатады [55].

Озондау арқылы суды тазарту технологиясы экологиялық таза болып саналады. Озон – бұл табиғи, ағынды суларды және айналымдағы суларды өңдеуге болатын жалғыз әмбебап және тиімді құрал.

Озонның әсері хлор немесе хлор диоксиді сияқты басқа дезинфекциялаушы заттармен салыстырғанда әлдеқайда сенімді және жылдамырақ.

## **1.2 Автоматтандыру және IoT технологияларының қазіргі жағдайы**

IoT нақты уақыт режимінде деректерді жинауға, бөлісуге және талдауға арналған құрылғылар мен жүйелерді қосу арқылы салаларды түрлендіру арқылы қарқынды дамып келеді. Бұл өзара байланыс тиімділік пен инновацияны арттыра отырып, әртүрлі процестерді басқару әдістерінде төңкеріс жасайды. IoT-ті 5G желілерімен біріктіру оның мүмкіндіктерін одан әрі кеңейтеді, бұл деректерді беру жылдамдығын жоғарылатады, кідірісті азайтады және көптеген құрылғыларды бір уақытта қосуға мүмкіндік береді, бұл нақты уақыт режимінде деректерді өңдеуге және ақылды қала және автономды көліктер сияқты қосымшалардың өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Жетілдірілген есептеу – бұл деректерді олардың көзіне жақынырақ өңдеуге, кідірістерді азайтуға, қауіпсіздікті жақсартуға және нақты уақыт режимінде шешім қабылдауға байланысты өсіп келе жатқан үрдіс, бұл оларды IoT болашағы үшін маңызды етеді. Өнеркәсіптік жағдайда IoT 4.0 индустриясын алға жылжытады, интеллектуалды өндірісті қамтамасыз етеді, мұнда өзара байланысты машиналар өндірістік процестерді болжамды техникалық қызмет көрсету, нақты уақыттағы мониторинг және сапаны автоматтандырылған бақылау арқылы оңтайландырады, тоқтап қалу уақытын қысқартады және өнімділікті арттырады. Жеткізу тізбегін басқару кезінде IoT шығындарды азайта отырып, логистика мен тауарлы-материалдық қорларды басқаруды жақсартып отырып, нақты уақыт режимінде тауарларды бақылауды қамтамасыз етеді. Ақылды қалалар жол қозғалысын оңтайландырудағы, энергияны тұтынудағы, қалдықтарды жоюдағы және қоғамдық қауіпсіздікті қамтамасыз етудегі IoT рөлі арқылы шындыққа айналуда, осылайша қала өмірін жақсартады және қоршаған ортаға әсерді азайтады. IoT қолдайтын инфрақұрылым су мен энергия сияқты ресурстарды бақылау және басқару арқылы тұрақты дамуды қолдайды, ал ақылды желілер жаңартылатын энергия көздерін тиімді біріктіру арқылы сұраныс пен ұсынысты теңестіреді. Денсаулық сақтау саласында IoT пациенттерді киюге болатын құрылғылармен үздіксіз бақылау арқылы телемедициналық қызметтердің мүмкіндіктерін кеңейтеді, белсенді медициналық көмек пен жеке емдеуді қамтамасыз етеді, жеке сапарлардың қажеттілігін азайтады. Созылмалы ауруларды емдеуге арналған пациенттерді қашықтан бақылау медициналық қызмет

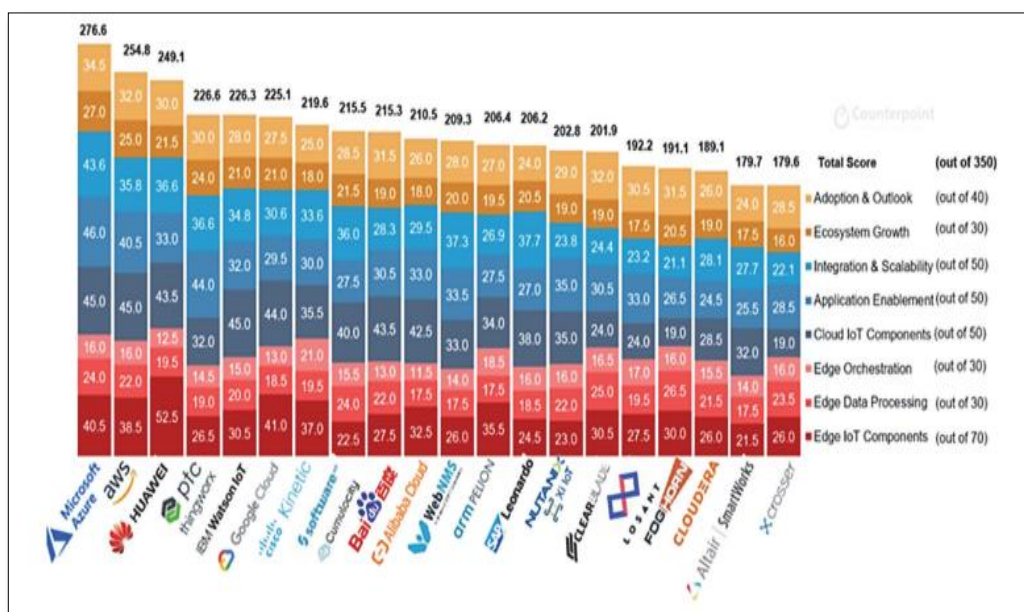
көрсетушілерге ауытқулар анықталған кезде ескертулер алуға, қорытындысын жақсартуға және ауруханаға жатқызу санын азайтуға мүмкіндік береді. IoT ыңғайлылықты, энергия тиімділігін және қауіпсіздікті арттыру үшін смартфондар арқылы қашықтан басқарылатын тұрмыстық техниканы, жарықтандыруды, жылытуды және қауіпсіздік жүйелерін біріктіру арқылы үйді автоматтандыруды өзгертуді жалғастыруда. IoT құрылғылары барған сайын интуитивті болып келеді және жасанды интеллектпен басқарылатын жеке көмекшілер күнделікті тапсырмаларды автоматтандырады және жайлы өмір сүру ортасын жасайды. Ауыл шаруашылығында IoT топырақты, ауа-райын және дақылдардың жағдайын дәл бақылауды қамтамасыз ету, отырғызуды, суаруды және жинауды оңтайландыру, осылайша өнімділікті арттыру және ресурстарды тұтынуды азайту арқылы тәжірибені өзгертеді. IoT датчиктері арқылы қоршаған ортаны бақылау ластануды ерте анықтауға көмектеседі, бұл экожүйелерді қорғау үшін уақтылы шаралар қабылдауға мүмкіндік береді. IoT құрылғылары тараған сайын киберқауіпсіздік шараларын, соның ішінде жетілдірілген шифрлауды, аутентификация хаттамаларын және киберқауіпсіздікке қарсы бағдарламалық жасақтаманы үнемі жаңартуды жетілдіру өте маңызды. Жауапты жинау, сақтау және өңдеу арқылы деректердің сенімді құпиялылығын қамтамасыз ету өте маңызды. Экономикалық тұрғыдан алғанда, IoT жаһандық өсуге айтарлықтай үлес қосады, өнімділікті арттырады, жаңа бизнес үлгілерін жасайды және инновацияларды ынталандырады. Ол сондай-ақ әзірлеу, деректерді талдау, киберқауіпсіздік және жүйелік интеграция бойынша жұмысқа орналасу мүмкіндіктерін жасайды. IoT-ті жасанды интеллект пен машиналық оқытумен үйлестіру деректерді интеллектуалды талдауға және өз бетінше шешім қабылдауға мүмкіндік береді. IoT әмбебап стандарттарын әзірлеу платформалар мен салалар арасындағы үйлесімділік пен үздіксіз интеграцияны қамтамасыз етеді. Болашақ тенденцияларға биотехнологияны медициналық импланттарға және интеллектуалды протездеуге біріктіретін заттардың био-интернеті (bio-IoT) және күрделі модельдеу және жақсартылған шифрлау үшін кванттық есептеу мүмкіндіктерін пайдаланатын заттардың кванттық интернеті (Quantum IoT) кіруі мүмкін.

Бүгінгі таңда IoT – көптеген салада танымал бола бастады. COVID-19 әсеріне қарамастан, 2021 жылғы есепте айтылғандай, IoT құрылғыларының саны 9%-ға өсті. 2025 жылға қарай IoT құрылғыларының саны 27 миллиардтан асады деп күтілуде. Бұл өсудің негізгі себептері - интернет байланысының оңай қол жетімділігі және арзан сенсорлардың пайда болуы. Бұл құрылғылар біздің өмірімізді жеңілдетсе де, олар біздің жеке өмірімізді бұзуы мүмкін, және бұл желі шабуылшыларына мүмкіндіктер ашады. Медициналық құрылғылар сияқты кейбір жүйелерді бұзу өмірге қауіп төндіруі мүмкін. Ақылды үй құрылғыларын бұзу пайдаланушының жеке өмірін бұзуы мүмкін. Әрбір IoT деңгейі, соның ішінде қолданбалы, желілік, аралық және сенсорлық деңгейлер көптеген шабуылға ұшырайды. IoT жүйелеріне арналған интрузияны анықтау жүйелері (IDS) IoT экожүйесінің қауіпсіздігі мен тұтастығын қамтамасыз ете

отырып, осы қауіптерді нақты уақытта анықтауға және оларға жауап беруге бағытталған. Қазіргі уақытта ақылды үйлерде IoT құрылғыларын пайдалану, бұл жайлы өмір сүру ортасын құруға бағытталған. Бұл арқылы ақылды үй құрылғылары Zigbee, Bluetooth және WiFi арқылы бір-бірімен байланысады, сонымен қатар ашық ортаға интернет арқылы қосылады (әдетте WiFi маршрутизаторы арқылы). Олар әдетте ашық қызметтер мен мобильді қосымшалар арқылы қашықтан басқарылады. Алайда, ақылды үйлерде IoT құрылғыларының қашықтан қол жетімділігі шабуылдаушыларға көптеген мүмкіндіктер береді, әсіресе пайдаланушылардың көпшілігінде қауіпсіздік шаралары туралы білімдері шектеулі болып келеді. Мұндай құрылғыларды қорғау олардың шектеулі сақтау мүмкіндіктері мен өңдеу қуатына байланысты қиын міндет болып табылады. IoT дамуымен жаңа дамып келе жатқан технологиялар, басқалармен қатар, интеллектуалды және тұрақты ауыл шаруашылығы шешімдерін ұсынатын және азық-түлік дағдарысы сияқты жаһандық мәселелерге балама нұсқаларды ұсынатын әзірлеушілер үшін қолжетімді бола бастады. IoT көмегімен ақылды технологиялар мен деректерді талдауды климаттың өзгеруі, топырақтың нашарлығы сонымен қатар жұмыс күшінің жетіспеушілігі сияқты мәселелерді шешу үшін пайдалануға болады. IoT әртүрлі салаларда төңкеріс жасады және оны денсаулық сақтау саласында қолдану пациенттерге күтім жасау мен операциялық тиімділікті арттырудың орасан зор әлеуетін көрсетті. IoT өнеркәсіптік автоматтандырудан бастап денсаулық сақтау және қорғаныс желілеріне дейінгі әртүрлі қолданбаларда үлкен әлеуетке ие. IoT желісінің қауіпсіздігі өте маңызды, өйткені ол негізгі есептеу және коммуникациялық инфрақұрылымның жалпы қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді. Алайда, ресурстардың шектеулілігіне және есептеу мүмкіндіктерінің шектеулі болуына байланысты, Әдетте, хабарлама кезегін пайдаланатын IoT желілері телеметрияны тасымалдау (MQTT) протоколы әр түрлі шабуылдар мен қауіпсіздік қатерлеріне ұшырайды.

Алпауыт сандық құрылымдар IoT платформаларын құруға атсалысты және қазіргі сәтте осындай үлкен IoT нарығы қалыптасқанын көре аламыз (1.1 - сурет). [37].





1.1-сурет – Үздік IoT құрылымдары

### 1.2.1 Қазақстанда IoT дамыту

Жақында үкімет IoT технологиясына байланысты бірнеше жобаларды өз бақылауына алып, осы саланы дамытудың маңыздылығын бағалады. Инвестициялар және даму министрлігінің жоспарына сәйкес, Industry технологиясы аясында көптеген өнеркәсіптік өндірістерді тәуелсіз жабдықтарға, IoT және Big Data-ға көшіру жоспарлануда. Жыл сайын өндірістің цифрлануы мен мобильділігі артып келеді [59].

Қазіргі уақытта тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық және қоғамдық көлік IoT жүйелерін енгізудің негізгі бағыттары болып табылады. Пилоттық жоба шеңберінде жүзеге асырылып жатқан Smart City төрт қалада – Астана, Шымкент, Алматы және Ақтөбеде қолданылады. ҚР Инвестициялар және даму министрлігі муниципалдық қордың заңнамалық техникалық құжаттары

Негізгі ұлттық стандарттар елді мекендердің, автокөліктің, энергияны үнемдеудің инфрақұрылымын дамытуға, сондай-ақ басқа да smart жоспарларды енгізуге бағытталған. Smart City жоспарын жүзеге асыру қалалық қызметтерді кешенді қолдану, сапалы ұсыныстарды ұсыну және қалалық өмірдің қауіпсіздігін барынша қамтамасыз ету үшін ақпараттық коммуникациялық технологияларды кеңінен қолдану арқылы осы мәселелерді шешуге түбегейлі жаңа тәсілдер береді.

Қазақстанда стандарттау өзгерістердің алдында тұр, мысалы, тек стандарттарды сипаттап қана қоймай, стандарттауды реттеудің жеке жүйесіне енгізетін заң әзірленуде, бұл ішкі өнімдерді экспорттауды арттыруға, экономикалық өнімділіктің өсуін қамтамасыз етуге және ел экономикасына инвестицияларды ұлғайтуға көмектеседі. Әртүрлі тағы 10 құжатты әзірлеу

жоспарлануда. Елдің негізгі мақсаты – смарт-қалаларды дамыту жобаларын нормативтік қамтамасыз ету [59].

Қазақстандық Orion компаниясы ыстық және суық суды, газды және электр энергиясын тұтынуды есепке алатын жеке құрылғыларды ойлап тапты. Деректер LoRaWAN стандартына (Long Range Wide-Area Networks – үлкен қашықтықтағы төмен қуатты желілер) негізделген желілер арқылы беріледі. Бұл құрылғылар коммуналдық қызметтерді жеткізушілер үшін қажет болды, себебі олар қызметтерді пайдалану кезіндегі шығындарды азайтуға мүмкіндік береді және кәсіпорындардың тиімділігін айтарлықтай арттырады.

M2M (Machine-to-Machine) өзара әрекеттесу үшін жасалған LoRaWAN стандартының заманауи технологиялары көптеген IoT құрылғыларын қосуға мүмкіндік береді, олар белгілі бір уақыт аралығында аз мөлшердегі деректерді береді, қолданыстағы ұялы байланыс желілерін босатады. Қазіргі уақытта Қазақстанның бірнеше елді мекендерінде пилоттық жоба жүзеге асырылуда: Астанада ыстық және суық суды, электр энергиясы мен газды есепке алатын шамамен 200 радиомодем орнатылған, Шымкентте – шамамен 55 радиомодем, Алматыда – шамамен 40. Астана мен Шымкент цифрландыру жобасында тек ҚР шегінде ғана емес, жетекші мегаполистер болып табылады. Бұл ірі қалалардың басшылары Smart City жоспарын одан әрі дамытумен қызықтырған [60].

Өзгерістер энергетикада да орын алуда, ол әлі де дәстүрлі аналогтықтан цифрлыққа ауысып жатыр. Еуропада бұл процесс бұрын басталды, ал Қазақстанда аналогтық сигналдардан цифрлық сигналдарға көшу кеш басталып, баяу жүзеге асырылуда.

Үлкен рөлді ұялы байланыс атқарады, оның стандарттары әлі де IoT қолдануда басты рөл атқарады. Аппараттық қамтамасыз етуді өндірушілердің бірі, Huawei компаниясы 5G негізіндегі желілерді әзірлеуге белсенді қатысуда. Барлық әлем сымсыз желілердегі технологиялық революцияның қарсаңында тұр – бесінші буындағы ұялы байланыс (5G), ол бірнеше елде кезең-кезеңімен енгізілуде және IoTнің дамуымен тығыз байланысты.

Алдыңғы буындардан (3G және 4G) басты айырмашылығы – деректерді беру жылдамдығының жоғары болуы (10 Гбит/с-тан астам), сондай-ақ кері байланыстың жылдамдығы. Дегенмен, IoT құрылғыларымен 5G қолдану аясында жылдамдық шешуші фактор болып табылмайды. Мұнда бастысы – желінің сенімділігі, сигналдың минималды кідірісі және әртүрлі «ақылды» құрылғыларды арнайы міндеттер үшін жаһандық қосу мүмкіндігі және олардың үздіксіз байланысын қамтамасыз ету.

Huawei компаниясы 5G желілерінің жақын арада коммерциялық өрістетуге дайын болатынын болжайды. Үкімет жаңа буындағы 5G байланыс желісі осы уақытқа дейін елімізде де пайдаланылатынын жоспарлап отыр, барлық қажетті дайындықты қамтамасыз ету және бірқалыпты көшу шартымен [61].

Мемлекеттік оператор Kazakhtelecom LoRaWAN технологиясына негізделген отандық құрылғыларды пайдалана отырып, LPWAN стандарты

бойынша сымсыз желі құруда. Бұл желілердің артықшылығы – төмен қуат тұтыну және кең аймақтық қамту. Жыл соңына дейін 3 мегаполисті желімен қамту жоспарлануда, ал келесі жылы бүкіл Қазақстанды қамту жоспарлануда. Бұл сымсыз желі негізінде әртүрлі GPS-трекерлер, қозғалыс датчиктері, «ақылды» бағдарламалар және «smart» жарықтандыру жұмыс істей алады, және мүмкіндіктері шексіз, себебі ұялы байланыс желілері лицензияланған спектрді пайдалануына байланысты IoT барлық әлеуетін жүзеге асыруға мүмкіндік бермейді. GSM негізіндегі жобалардың құны әлдеқайда қымбат.

IoT қолданудың негізгі мысалы көпқабатты үйлердің көшелері мен кіреберістерінде бейнебақылау жүйелерін орнату болып табылады. Бұл қолданудың нәтижесінде пәтер ұрлықтары күрт азайды [62].

Сонымен қатар, Қазақтелеком фискалдық деректер операторының функцияларын орындайды. 300 мың абонент секунд сайын транзакциялар бойынша трафик жасайды. Кассада жүретін транзакциялар да Қазақтелеком желісін пайдаланады, онда Kcell және Tele2 ұялы байланыс операторлары жұмыс істейді [62]. Үкімет бұл процестен өз пайдасын алады, яғни экономиканың әртүрлі секторларындағы операцияларды фискализациялау нәтижесінде бюджет қосымша үлкен табыс алды.

### **1.3 Температура басқару жүйелерінің теориялық негіздері**

Температураны басқару жүйелерінің теориялық негіздері әртүрлі жүйелердегі, соның ішінде озонаторлардағы температураны тиімді бақылау және реттеу үшін қажетті негізгі тұжырымдамалар мен технологияларды қамтиды. Озонатордың жұмыс принципі, озонаторлар озонды жоғары вольтты электр өрісі арқылы оттегінің өтуі арқылы шығарады. Бұл процесс тәж разряды деп аталады. Бұл процестің тиімділігінде температура маңызды рөл атқарады, өйткені шамадан тыс жоғары немесе төмен температура озонатордың өнімділігін төмендетуі мүмкін.

Температураның озон өндірісіне әсеріне тоқталсақ, зерттеулер қоршаған орта температурасы мен озонатордың өзі озон өндірісіне тікелей әсер ететінін көрсетеді. Оңтайлы температура диапазоны озон өндірісінің максималды тиімділігін қамтамасыз етеді. Температураның жоғарылауымен озонатордың реактивтілігі белгілі бір шегіне дейін жақсаруы мүмкін, содан кейін озонның термиялық диссоциациясына байланысты тиімділіктің төмендеуі басталады.

Температураны басқару жүйелерінің негіздеріне келсек, температураны басқару жүйелері белгіленген шектерде тұрақты температура режимін сақтауға арналған. Мұндай жүйелердің негізгі компоненттеріне температураны өлшейтін сенсорлар, деректерді өңдеуге арналған контроллерлер және температураны реттеуге арналған атқарушы құрылғылар жатады.

IoT технологияларын қолдану, әсіресе соңғы жылдары IoT технологиялары температураны басқару жүйелерінде кеңінен қолданылады.

IoT құрылғылары нақты уақыттағы деректерді жинауға, қашықтан қол жеткізуге және үлкен деректерді талдауға мүмкіндік беретін таратылған бақылау және басқару жүйелерін құруға мүмкіндік береді. Озонаторлар контекстінде IoT құрылғыларын талдау және шешім қабылдау үшін деректерді орталық серверге жіберу арқылы температураны үздіксіз бақылау үшін пайдалануға болады. Энергияны үнемдеу және экологиялық қауіпсіздік: температураны тиімді басқару энергияны тұтынуды азайтуға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға көмектеседі. Оңтайлы температура режимін сақтау жабдықтың тозуын азайтуға және оның қызмет ету мерзімін ұзартуға мүмкіндік береді, бұл тұрақты дамудың маңызды аспектісі болып табылады. Осылайша, температураны басқару жүйелерінің теориялық негіздері озонаторлар мен басқа құрылғылардың тұрақты және тиімді жұмысын қамтамасыз етуге бағытталған әдістер мен технологиялардың кең ауқымын қамтиды. IoT және жасанды интеллект сияқты заманауи технологияларды енгізу бұл жүйелерді жақсартуға жаңа мүмкіндіктер ашады, оларды сенімді және энергияны үнемдейді.

Соңғы жылдары IoT технологиялары температураны басқару жүйелерінде кеңінен қолданыла бастады. IoT құрылғылары нақты уақыттағы деректерді жинауға, қашықтан қол жеткізуге және үлкен деректерді талдауға мүмкіндік беретін таратылған бақылау және басқару жүйелерін құруға мүмкіндік береді. IoT жүйелерінің негізгі компоненттеріне сенсорлар, контроллерлер, деректер желілері және деректерді өңдеуге және визуализациялауға арналған платформалар кіреді.

Температураны басқарудағы IoT-тің негізгі артықшылықтарының бірі – жүйе параметрлерін үздіксіз бақылау мүмкіндігі. Озонатордың әртүрлі бөліктеріне орнатылған температура сенсорлары нақты уақыттағы деректерді орталық серверге немесе ашық платформаға жібереді. Бұл берілген параметрлерден ауытқуларды тез анықтауға және оларды түзету үшін қажетті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді. IoT технологиялары сонымен қатар температураны басқару жүйесіне қашықтан қол жеткізуді қамтамасыз етеді. Операторлар мен техникалық персонал озонатордың жұмыс параметрлерін мобильді құрылғыларды немесе компьютерлерді қолдана отырып, әлемнің кез келген нүктесінен басқара және реттей алады. Бұл әсіресе қызметкерлердің физикалық қатысуы қиын болуы мүмкін қашықтағы немесе жету қиын нысандар үшін өте маңызды.

IoT құрылғылары жинайтын үлкен деректерді талдау жүйенің жұмысын оңтайландыру үшін пайдалануға болатын жасырын үлгілер мен трендтерді анықтауға мүмкіндік береді. Мысалы, озонатордың температурасы мен өнімділігі туралы тарихи деректерді талдау ықтимал ақаулар немесе техникалық қызмет көрсету қажеттілігі туралы ескертетін болжау модельдерін жасауға көмектеседі. Интеллектуалды алгоритмдер максималды тиімділікке жету үшін жүйенің жұмысын оңтайландыру арқылы ағымдағы жағдайларды ескеріп, өзгерістерді болжай алады. Мысалы, егер сенсорлар температураның

жоғарылауын анықтаса, жүйе озонатордағы жүктемені автоматты түрде азайта алады немесе қосымша салқындатқыш құрылғыларды қосады.

IoT технологияларының арқасында озонатор температурасын басқару жүйесін басқа ғимараттарды немесе өндірістік нысандарды басқару жүйелерімен біріктіруге болады. Бұл пайдалану жағдайларын жақсарту және шығындарды азайту үшін кешенді шешімдер жасауға мүмкіндік береді. Мысалы, желдету және ауаны баптау жүйелері озонатордың басқару жүйесімен тығыз байланыста жұмыс істей алады, бұл оның жұмыс істеуі үшін оңтайлы жағдайларды қамтамасыз етеді. IoT технологиялары озонаторларды пайдалану қауіпсіздігін арттыруға да ықпал етеді. Бақылау жүйелері қызып кету немесе озонның ағуы сияқты ықтимал қауіпті жағдайларды анықтап, оларды жою үшін автоматты түрде шаралар қолдана алады. Авариялық жағдай туындаған жағдайда ескертулер мен хабарламалар жауапты тұлғаларға жіберілуі мүмкін. Энергия тиімділігі – температураны басқару жүйелерінде IoT қолданудың тағы бір маңызды аспектісі. Деректерге негізделген жүйенің жұмысын оңтайландыру энергияны тұтынуды және сәйкесінше пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Мысалы, жүйе озонатордың қарқындылығын ағымдағы қажеттіліктерге қарай автоматты түрде реттей алады, артық энергияны тұтынуды болдырмайды. IoT технологияларын енгізу жүйеге техникалық қызмет көрсетуді және жөндеуді жеңілдетеді. Деректерді талдауға негізделген болжамды қызмет жабдықтың істен шығуына дейін ықтимал мәселелерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұл жүйенің сенімді және үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз ете отырып, қарапайым және жөндеу шығындарын азайтуға көмектеседі.

Заманауи IoT платформалары деректерді визуализациялау және есеп беру үшін ыңғайлы құралдарды ұсынады. Пайдаланушылар жүйенің жұмысы туралы егжей-тегжейлі есептер ала алады, трендтерді талдай алады және алынған ақпарат негізінде негізделген шешімдер қабылдай алады. Бұл жүйенің ашықтығы мен басқарылуын арттырады. Температураны басқару жүйелерінде IoT пайдалану кезінде деректер қауіпсіздігі маңызды аспект болып табылады. Қазіргі заманғы IoT платформалары деректерді рұқсатсыз кіру мен кибершабуылдардан қорғау үшін шифрлау мен аутентификацияның озық әдістерін қолданады. Бұл құпия деректердің қауіпсіз болуын қамтамасыз етеді. Қорытындылай келе, озонаторлардың температураны басқару жүйелерінде IoT технологияларын пайдалану көптеген артықшылықтарды ұсынады, соның ішінде: үздіксіз бақылау, қашықтан қол жеткізу, үлкен деректерді талдау, автоматты реттеу, басқа жүйелермен біріктіру, қауіпсіздікті арттыру, энергия тиімділігі және техникалық қызмет көрсетуді жеңілдету. Бұл технологиялар озонаторлар мен басқа да өнеркәсіптік жүйелердің жұмысын оңтайландырудың жаңа мүмкіндіктерін ашады, оларды тиімдірек, сенімді және тұрақты етеді.

## **1.4 Осы саладағы алдыңғы зерттеулер және олардың нәтижелері**

Әдебиеттерді зерттей келе [29,30], IoT технологиясын қолдана отырып, озонатор температурасын қадағалаудың біршама технология түрлері бар екенін көрсетті. Алайда бұл зерттеулердің көпшілігі озонатор саласында олардың практикалық қолданылуына терең үңілмей, тек шолуға бағытталған.

Бұл зерттеу IoT көмегімен озонатор температурасын автоматты басқару жүйесін зерттеуге бағытталған. Тапсырмалар қолданыстағы технологияларды талдауды, жүйені жобалауды, бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуді және функционалды тестілеуді қамтиды. Осы зерттеудің нәтижелері ауаны тазартудың тиімді және экологиялық таза жүйелерін құруға әкелуі мүмкін. IoT көмегімен озонатор температурасын автоматты басқару жүйесін енгізу ауа сапасын жақсартып қана қоймайды, сонымен қатар қуат тұтынуды азайтады және техникалық қызмет көрсету процестерін автоматтандыру деңгейін арттырады.

Озонаторды қашықтан басқару заманауи технологиялармен және ауаны тазарту процестерін тиімді бақылау саласындағы қажеттіліктермен байланысты бірнеше артықшылықтарды ұсынады. Озонаторды қашықтан басқару процестерді дәлірек басқаруға ықпал етеді, бұл ресурстарды шамадан тыс пайдалануды азайтады, сондықтан қоршаған ортаға әсерді азайтады. Қашықтан басқару озонаторды басқару процестерін автоматтандыруға мүмкіндік береді, бұл техникалық қызмет көрсетудің ыңғайлылығын арттырады.

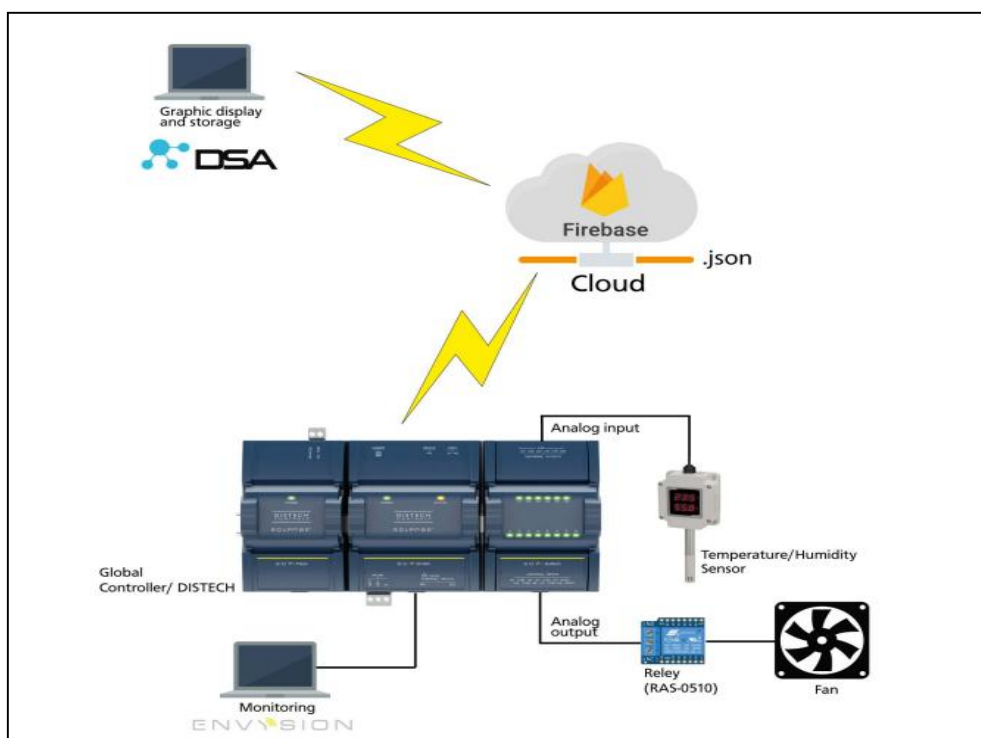
Соңғы жылдары IoT технологияларын белсенді енгізу көптеген салаларды, соның ішінде озонаторлар сияқты экологиялық жабдық саласын айтарлықтай өзгертті. Су мен ауаны тазарту үшін қолданылатын бұл құрылғылар оңтайлы жұмыс істеу үшін температураны дәл уақытында бақылауды қажет етеді.

## **1.5 Температураны бақылау үшін IoT қолдану**

Кезекті зерттеуде [40] озонаторларға ұқсас жүйелерді қашықтан басқару және бейімдеу мүмкіндіктерін көрсететін IoT көмегімен ғимараттағы температураны бақылау және бақылау жүйесін сипаттайды. Автоматты түрде басқара отырып, бөлменің температурасы мен ылғалдылығын бақылау және бақылау жүйесін модельдеуді көрсетеді. [40] зерттеу жұмысында университеттің инженерлік факультеті ғимаратының зертханасында температураны автоматтандыру және бақылау жүйесінің дамуы сипатталған. Жүйе – температура сенсорынан алынған мәліметтерге негізделген ғаламдық контроллерді пайдаланып желдеткішті қосуға немесе өшіруге арналған. Бұл деректер интернет арқылы Google Firebase ашық платформаға жіберіледі, сонымен қатар JSON (JavaScript Object Notation) көмегімен басқа бақылау платформасында көрсетіледі, бұл нақты уақыт режимінде желдеткішті қосу

немесе өшіру уақыты мен температурасы туралы мәліметтер графигін көрсетуге мүмкіндік береді. Жаһандық контроллер температураға байланысты бөлменің түсін өзгерте отырып, ғимараттың нақты уақыттағы суретін көрсете алады: егер температура 28 градустан жоғары болса, желдеткіш қосылып, бөлме қызыл түске өзгереді; егер 18 градустан төмен болса, ол көкке өзгереді, ал егер бұл мәндер арасында болса, ол сарыға өзгереді. [40] IoT үшін жаңа байланыс тұжырымдамасын ұсынады, өйткені ол ақпаратты сақтау мүмкіндігі жоқ жаһандық контроллерден JSON арқылы сақтауға мүмкіндік беріп, басқа құрылғыға жіберуге мүмкіндік береді.

Бұл жұмыстың [40] құрылымдық сұлбасы 1.2-суретте көрсетілген.



1.2-сурет – IoT архитектурасы[47]

Жобаның [40] бұл түрі үйлер мен ғимараттарды автоматтандыру үшін өте пайдалы. Электрондық құрылғыларды IoT арқылы басқару қазіргі уақытта өте ыңғайлы, өйткені бұл жабдықты үнемі бақылау арқылы техникалық қызмет көрсетуге көп уақытты үнемдейді.

Атап айтқанда, бұл жобада жүйені іске асыру барлық қажетті тапсырмаларды орындай отырып, жақсы жұмыс істейді. Сонымен қатар, деректерді жинау үшін бірнеше платформаны пайдаланудың орнына біреуін ғана пайдалануға болатынын ескеру маңызды, бұл әр түрлі платформаларды пайдаланбай, коммуникацияны тиімдірек етіп, ықтимал қателерді азайтып, барлығын бір бағдарламада басқаруға мүмкіндік береді. Сөз соңында, ғимараттарға автоматтандырылған құрылғыларды орнату өмір сүру сапасын айтарлықтай жақсартады деп айтуға болады. Озондық құрылғыларды қашықтан реттеу техникалық қызмет көрсету мен реттеу процестерін

жеңілдетеді. Бұл аппараттардың істен шығуын азайту арқылы проблемаларға тез арада жауап беру мүмкіндігін ұсынады. Қашықтан басқару технологиясының озондық құрылғыларға қолданылуы IoT және цифрлық басқару жүйелерінің дамуымен қол жетімді болуына септігін тигізеді. Бұрынғы кездерде дәстүрлі басқару әдістері қолданылғанымен, IoT дамуымен озондық құрылғыларды басқаруда заманауи және тиімді жолдар пайда болып, бұл салада жаңа мүмкіндіктер ашылды.

## **1.6 Қоршаған ортаны бақылауда IoT қолдану**

IoT технологияларын қолдану - қоршаған ортаны бақылауға айтарлықтай әсер етіп, бұрын қол жетімсіз болған егжей-тегжейлі және үздіксіз деректер ағындарын алуға мүмкіндік берді [41]. Негізгі бағыттарға кіреді:

Ауа сапасын бақылау [42]: қалалық және ауылдық жерлерде орнатылған IoT сенсорлары ластаушы заттар мен зиянды газдарды анықтай алады, бұл жұртшылық пен үкіметке нақты уақыт режимінде ауа сапасының көрсеткіштерін береді.

Су сапасын бақылау: IoT құрылғылары су объектілерін РН, лайлану және ластаушы заттар сияқты параметрлерді бақылайды, бұл суды басқаруға және ластанумен күресуге көмектеседі.

Топырақ жағдайын бақылау: ауылшаруашылық секторлары топырақтың ылғалдылығы, қоректік заттардың деңгейі мен температурасы туралы деректерді алу, тұрақтылық пен өнімділікті арттыру үшін ауылшаруашылық тәжірибесін оңтайландыру арқылы IoT пайда көреді.

Жабайы табиғат пен тіршілік ету ортасын бақылау: IoT қосымшалары жануарлардың қозғалысы мен тіршілік ету ортасын бақылауға, биоәртүрлілікті сақтау мен зерттеуге ықпал етеді.

IoT және ақпараттық технологиялардың үздіксіз дамуын ескере отырып, кез келген ортаға біріктіруге қабілетті миниатюралық сенсорларға қажеттілік артып келеді [31,32].

Ғимараттарды автоматтандыру жүйесінің негізгі тұжырымдамасы жылыту, салқындату, желдету, ауаны баптау, жарықтандыру, қауіпсіздік жүйелері, дабылдар және т.б. сияқты ғимараттағы қызметтерді бақылауға және басқаруға мүмкіндік беретін жүйеден тұрады. Ғимараттарды автоматтандыру жүйесі басқару желілері арқылы таратылған желіге қосылған бірқатар электрлік және механикалық құрылғыларды үйлестіру арқылы ортадағы тапсырмаларды автоматтандыруға бағытталған [33]. Технологияның экспоненциалды өсуі ғимараттарды автоматтандыру жүйелеріне үлкен әсер етті. Біздің техникалық немесе экономикалық қажеттіліктерімізді қанағаттандыру үшін пайдалануға болатын әртүрлі контроллерлердің, бағдарламалық жасақтаманың және хаттамалардың кең ауқымы бар. Кейбір авторлардың пікірінше, бұл өсу толығымен автономды және нақты уақыттағы



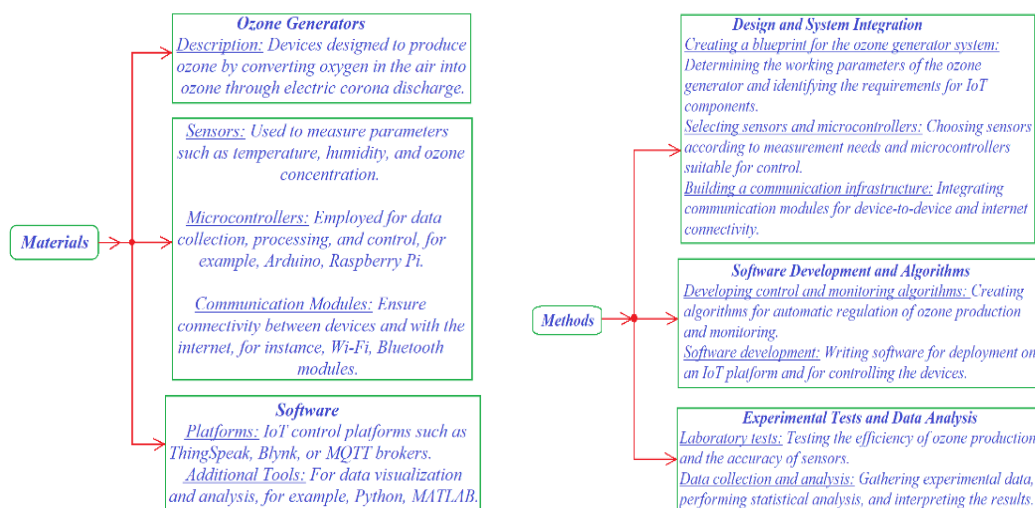
әртүрлі орталармен өзара әрекеттесуге қабілетті шешім қабылдау жүйелерін қамтамасыз ету арқылы құрылғылардың жоғары интеллектуалдылығына әкеледі [34]. Бұл сектордың өсуіне әсер еткен тағы бір фактор – бұл қоғамның мониторинг, техникалық қызмет көрсету және жайлылықты қамтамасыз етуге көмектесу шығындарын азайтуды қажет ететін тиімдірек және үнемді жүйелерге деген талабы. Осы талаптарды қанағаттандыру үшін ғимараттарды автоматтандыру жүйелері температура, ылғалдылық, CO<sub>2</sub> деңгейлері және т.б. сияқты жағдайларды бақылайтын сенсорлардың кең ауқымын пайдаланады. Датчиктер шығындарды азайту және тұрғындардың жайлылығын сақтау мақсатында шешім қабылдауға мүмкіндік беретін ақпарат береді [35]. Сенсорлар ғимараттың көзі мен құлағы деп айтуға болады. Ғимараттарды автоматтандыру үйді автоматтандыруға қарағанда күрделі жүйені ұсынады, өйткені ол бірнеше өзара әрекеттесетін компоненттермен жұмыс істейді, бірақ егер дұрыс жасалса, олар энергияны тұтынудың одан да үлкен экономикалық шығындарын, сондай-ақ ақша үнемдеуге көбірек әсер етеді. Бұл жүйелер адамдардың денсаулығына және олардың жұмысына оң әсер етеді. Бірнеше мысал келтіру үшін олар сынып бөлмесінде CO<sub>2</sub> деңгейін төмендетуге көмектеседі, осылайша оқушыларға сабақ кезінде мұқият болуға немесе ауруханада таза және таза ауаны сақтауға көмектеседі. Ғимараттарды автоматтандыру жүйесіне келетін болсақ, оның функцияларын екі түрлі топқа бөлуге болады: кіріс және шығыс функциялары. Кіріс функциялары деректерді жинауға және талдауға қатысты. Бұл функциялар алынған ақпарат негізінде шешім қабылдау үшін қоршаған ортадан қажетті деректерді алады. Шығу функцияларына әрекеттерді таңдау (шешім қабылдау) және әрекеттерді орындау кіреді [36]. Бұл мүмкіндіктер белгілі бір жағдайлар туындаған кезде не болатынын анықтайды.

## 2 IoT қолдана отырып, озонаторлардың температурасын автоматты түрде басқару жүйелерінің теоретикалық аспектілері

Озонатор – тиімді озондау үшін сақталуы керек белгілі бір температура режимінде жұмыс істейтін құрылғы. Қашықтағы озонатор температурасын басқару дәлдік пен сенімділікті қажет етеді, оны IoT технологиялары арқылы қамтамасыз етуге болады. Зерттеудің негізгі мақсаты – құрылғының қашықтағы режимде тұрақты және тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ететін озонатор температурасын автоматты басқару жүйесін әзірлеу. IoT технологиялары деректерді автоматты түрде жинай алатын, оны талдай алатын және адамның тұрақты қатысуынсыз шешім қабылдай алатын, пайдалану шығындарын азайтатын және жүйенің сенімділігін арттыратын жүйені құруға мүмкіндік береді. IoT жүйесін құру үшін қолайлы микроконтроллерлерді, температура сенсорларын және басқа компоненттерді таңдау және озонатор температурасын басқару бағдарламалық жасақтамасын, соның ішінде деректерді жинау, талдау және шешім қабылдау алгоритмдерін әзірлеу келесі қадамдар болып табылады. Осылайша, модельдеу элементтері бар эксперименттік зерттеудің таңдалған әдісі IoT көмегімен қашықтағы озонатордың температурасын автоматты басқару процесін зерттеуге, құрылғының тұрақты және сенімді жұмысын қамтамасыз ететін тиімді басқару жүйесін әзірлеуге және енгізуге мүмкіндік береді.

### 2.1 Эксперименттік орнатылымның сипаттамасы

IoT көмегімен озонаторды қашықтан басқару процесін зерттеу үшін келесі материалдар мен әдістерді талқылайық (2.1-сурет).



2.1-сурет – IoT көмегімен озонаторды қашықтан басқару тақырыбы бойынша зерттеу үшін қарастырылатын материалдар мен әдістердің алгоритмі

2.1 а,б суреттерінде бейнеленген материалдар мен әдістерге сүйене отырып, біз бұл бөлімді келесідей жобалаймыз:

- Зерттеу нәтижелерін бағалау: жүйенің тиімділігін, қолдану мүмкіндіктері мен шектеулерін анықтау;

- Әрі қарайғы зерттеулерге ұсыныстар беру: жүйенің жұмысын жақсарту және оны қолдану аясын кеңейту бойынша ұсыныстар беру.

Бұл материалдар мен әдістер озон генераторларын IoT көмегімен қашықтан басқару жүйесін әзірлеуге және зерттеуге негіз болады, бұл озон өндірісінің тиімділігін арттырады және оны қолдану мүмкіндіктерін кеңейтеді.

IoT жобалары жүзеге асырылған кезде клиент жағына арналған аппараттық платформаны таңдау мәселесіне тап болуға болады, себебі қазіргі уақытта дайын модульдерді пайдалана отырып тиімді және арзан жүйені құруға арналған көптеген тақталар мен шешімдер бар.

Микроконтроллерлік және микрокомпьютерлік тақталардың кейбір қол жетімді шешімдерін қарастырайық, олар қазіргі уақытта өте кең таралған және әртүрлі нарықтарда қолжетімді. Жобалау кезінде микрокомпьютерлер операциялық жүйелерді, ал микроконтроллерлер микропрограмманы C++ тілінде немесе процессор кодына компиляцияланған басқа тілде қолданатынын есте ұстау қажет.

Микроконтроллер – бұл IoT жобаларының клиенттік бөліктерін шешуге арналған микрочип немесе микрочипі бар плата. Микроконтроллерлерді бағдарламалау әдетте жоғары деңгейлі бағдарламалау тілі, мысалы, C, C++, Python және т.б. көмегімен жүзеге асырылады. IoT кейбір жобаларын микроконтроллерлерде шешу оңайырақ. Олар көптеген енгізу және шығару стандарттарын қолдайды, аз қуат тұтынады және микрокомпьютерлермен салыстырғанда арзанырақ. Кемшілігі – есептеу қуатының аздығы және әдепкі бойынша операциялық жүйенің болмауы. Ең танымал микроконтроллерлерге Atmel, STM, ESP (немесе, мысалы, Arduino тақталары), ESP8266, ESP32 және т.б. жатады.

Микрокомпьютер әдетте чиптегі жүйені білдіреді, оның құрамына классикалық фон Нейман архитектурасы бар орталық процессор, бейне карта, жедел жад, WiFi/Bluetooth желілері және енгізу-шығару порттары кіреді. Қазіргі заманғы микрокомпьютерлер Linux және Windows сияқты операциялық жүйелерді пайдаланады. Әдетте, микрокомпьютерлерде микроконтроллерлерге қарағанда үлкен есептеу қуаты, HDMI арқылы бейне шығысы, жоғары жылдамдықты Wi-Fi және Bluetooth, флэш-карталар мен M.2-ге қосылу мүмкіндігі және басқа да мүмкіндіктері болады. Микрокомпьютерлердің кемшілігі – микроконтроллерлермен салыстырғанда жоғары баға және жоғары қуат тұтыну. Микрокомпьютерлер IoT жобаларында жоғары деңгейдегі тапсырмаларды орындау қажет болғанда қолданылады, соның ішінде бейне ағындары, күрделі ақпараттық жүйелер, мини-серверлер [56].

IoT шешімін құру үшін аппараттық қамтамасыз етуді дұрыс таңдау бірінші кезекте клиент жағында орындалуы тиіс тапсырмалардың көлеміне байланысты.

Кез келген жағдайда, клиент бөлігін құру үшін ең жақсы сапалы және арзан шешімге назар аудару қажет. Қазіргі уақытта нарықта тіпті Bluetooth және WiFi плюс HTTP протоколдарымен оңай біріктірілетін өте қуатты микропроцессорлық тақталар бар. Бұл шешімдердің құны контроллер үшін бірнеше доллардан электронды плата үшін 14 000 теңгеге (немесе 20 000 теңге және одан жоғары 4 ГБ жады бар нұсқа үшін) дейін өзгеруі мүмкін [57].

Бұл диссертациялық жұмыста қолданыстағы IoT аппараттық платформалары зерттеліп, орталық басқару машинасының функцияларын орындау үшін оңтайлы платформа таңдалды.

IoT аппараттық платформасын таңдағанда платформалардың техникалық сипаттамаларына, олардың бағасына, қолжетімділігіне, өлшемдеріне сүйену қажет.

Платформаларды салыстырудың келесі критерийлері ерекше маңызды болып табылады [58]:

- Микрочип, процессор, машиналық нұсқауларды (бағдарлама кодын) орындай алатын;
- Үлгінің ішкі мүмкіндіктерін пайдалану үшін кірістірілген жад;
- Интернет порттары (Ethernet, Wi-Fi) келесі ықтимал жаңартулар үшін физикалық қатысусыз, автономды жұмыс үшін;
- USB порттары;
- Әртүрлі датчиктер мен атқарушы құрылғыларды қосуға мүмкіндік беретін жалпы мақсаттағы енгізу/шығару интерфейсі (GPIO);
- Бейне және дыбыс (ойнату мүмкіндігі);
- Мультимедиа (видео сығудың әртүрлі нұсқаларын декодтау), ағындық немесе бұрын жазылған бейнені тарату мүмкіндігін береді;
- Әртүрлі операциялық жүйелердің нұсқаларын пайдалануға және ауыстыруға мүмкіндік беретін SD карталарын қолдау;
- Әртүрлі жүйелермен жұмыс істейтін икемді жобаны жасауға мүмкіндік беретін әзірлеу тілдері;
- IoT қолданбаларын әзірлеу құралдары;
- IoT хаттамаларын қолдау;
- Құрылғыларды басқару;
- Шешімді өрістету жылдамдығы;
- Баға үлгісі және шешімді жеткізу тәсілдері.

## **2.2 Деректерді жинау және талдау әдістері**

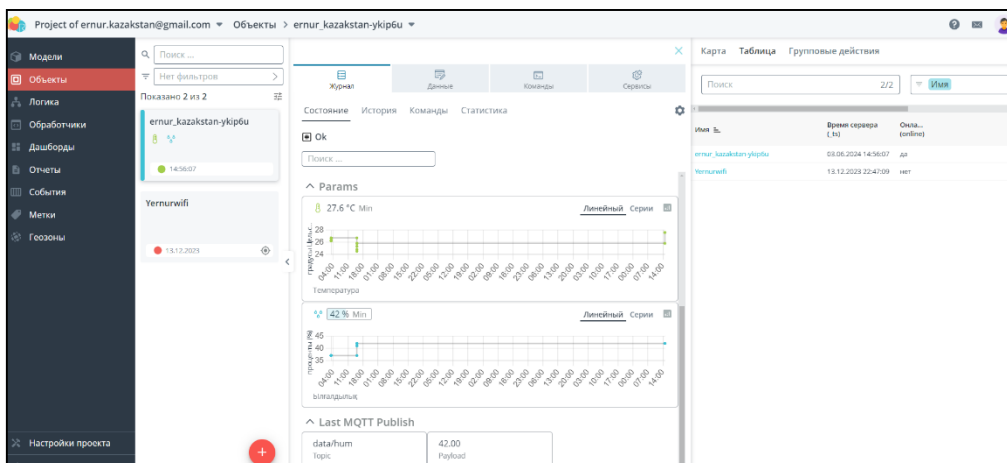
Деректерді жинау және талдау әдістері интернет заттарының тиімді жұмысында шешуші рөл атқарады. Ең алдымен, деректерді жинау температура, ылғалдылық, қысым, жарық, қозғалыс және ластану деңгейі

сияқты қоршаған орта параметрлерін түсіретін әртүрлі сенсорлар арқылы жүзеге асырылады. Бұл сенсорлар физикалық шамаларды электрлік сигналдарға түрлендіреді, содан кейін олар микроконтроллерлерге немесе Arduino, Raspberry Pi немесе ESP8266 сияқты ендірілген жүйелерге беріледі. Бұл құрылғылар деректерді бастапқы өңдеуді жүзеге асырады, соның ішінде оларды сүзу және кейінірек тасымалдау үшін біріктіру. Деректерді беру үшін Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN, NB-IoT және 5G сияқты әртүрлі сымсыз технологиялар кеңінен қолданылады. Технологияны таңдау тарату диапазонына, деректер алмасу жылдамдығына және қуат тұтынуға қойылатын нақты талаптарға байланысты. Қақпалар немесе шлюздер бірнеше сенсорлардың деректерін біріктіреді және оларды ашық платформаларға жібереді, сонымен бірге желідегі жүктемені азайту үшін жергілікті өңдеуді орындайды.

IoT жүйелеріндегі деректерді талдау үлкен көлемдегі деректерді сақтау, өңдеу және талдау құралдарын қамтамасыз ететін AWS IoT, Microsoft Azure IoT және Google Cloud IoT сияқты ашық платформаларды пайдалануды қамтиды. Ашық платформалар үлкен деректерді тиімді басқару үшін қажетті масштабтау мен жоғары өнімділікті қамтамасыз етеді. Үлкен деректерді талдау әдістері кластерлеуді, жіктеуді және уақыт қатарын талдауды қамтиды. Машиналық оқыту және жасанды интеллект алгоритмдері оқиғаларды болжау, ауытқуларды анықтау және автоматты шешім қабылдау үшін қолданылады. Оқытылған модельдер кіріс деректерді талдайды және процестерді жақсарту және ресурстарды оңтайландыру үшін түсініктер береді. Деректерді ағынмен өңдеу нақты уақыт режимінде деректерді талдауға мүмкіндік береді, бұл өзгерістер мен оқиғаларға жылдам жауап беру үшін өте маңызды. Apache Kafka және Apache Flink сияқты ағынды өңдеу құралдары IoT құрылғыларынан келетін үздіксіз деректер ағындарын жылдам талдауды қамтамасыз етеді.

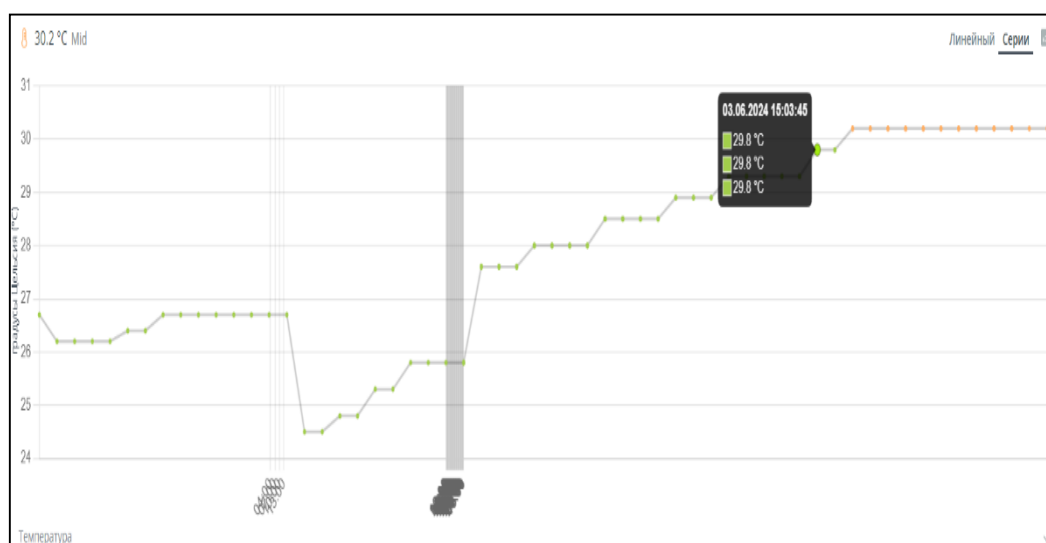
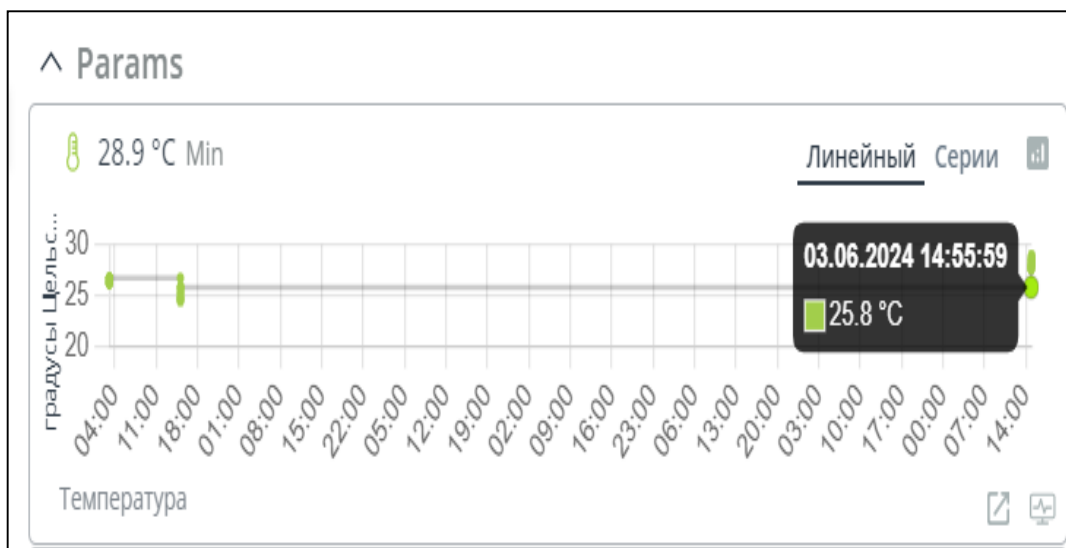
Деректерді визуализациялау күрделі деректерді графиктер, диаграммалар және интерактивті панельдер түрінде ұсынуға мүмкіндік беретін талдаудың маңызды кезеңі болып табылады. Tableau, Power BI және Grafana сияқты визуализация құралдары пайдаланушыларға трендтерді түсінуге және деректерге негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі. IoT жүйелерінде деректерді тиімді сақтау Apache Cassandra және MongoDB сияқты таратылған дерекқорларды, сондай-ақ Amazon S3 сияқты нысандарды сақтау жүйелерін пайдаланатын деректердің қолжетімділігі мен сенімділігін қамтамасыз етеді. Болжалды аналитика жабдықтың ақауларын болжауға, техникалық қызмет көрсетуді оңтайландыруға және операциялық тиімділікті жақсартуға көмектесетін болашақ оқиғалар мен трендтерді болжау үшін тарихи деректер мен машиналық оқыту алгоритмдерін пайдаланады. Деректерді жинау мен талдаудың тиімді әдістерін қолдану IoT жүйелеріне құнды түсініктер беруге және процестерді автоматтандыруға мүмкіндік береді, бұл тиімділікті арттыруға, шығындарды азайтуға және қабылданған шешімдердің сапасын жақсартуға әкеледі. Болашақта бұл әдістер деректерді

тереңірек түсіну және пайдалану үшін жаңа технологиялар мен тәсілдерді біріктіру арқылы дами береді.



2.2-сурет – Rightech IoT ашық платформасы

Бұл IoT ашық ортасы, ол бізге ағымдағы мәліметтерді жинақтауға, көрсетуге және зерделеуге мүмкіндік бере алады. Платформа арқылы түрлі құрылғылардан мәліметтерді алуға, оны нақты уақытта көре алуға сонымен қатар ескертулер жіберуге болады. Сондай-ақ, бұл платформа түрлі құрылғыны тез біріктіруге, пайдалану қарапайымдылығын сонымен қатар ақпараттың ұйымдастырылған құрылымын қамтамасыз етуге, ақпаратты басқа тараптардың қызметтеріне беруге мүмкіндік ұсынады. Үшінші тарап қызметтерімен тез қосарлану, мәліметті шексіз тұтынушыға бірегей тарату, сонымен қатар құрылғылар арасындағы байланысты қамтамасыз ету мүмкіндіктерін ұсынады. Сандық құрылым түрлі индустриялық құрылымдарды оңтайландыруға сонымен қатар автоматтандыруға көмектеседі, бұл өнімділікті арттырады сондай-ақ операциялық шығындарды төмендетеді. Ашық платформа құралдарының динамикалық бейімделуі мен қауіпсіздік баптауларының жоғары деңгейі бизнестің тұрақтылығын сондай-ақ деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.



2.3-сурет – Rightech IoT температура ақпараты

Мәліметтер ашық жабдықта сақталады. Осы жобамызда ашық платформаны қолдану себепті, MQTT хаттамасы пайдаланылады. Ашық платформасы арқылы пайдаланушылар, ашық MQTT делдалы арқылы арналардан жаңа ақпараттарды жаңартып алуға қабілетті. Біз қолданатын хаттама – ол бинарлы хаттама, ол баяу сондай-ақ белгісіз байланыс кезінде барлық битті мұқият сақтауды талап ететіндіктен, ақпараттар мүмкіндігінше тиімді жіберіледі. IoT үшін бұл хаттама өте тиімді, себебі ол құрылғылар мен байланыс арналарына сәйкес келеді. Бұл хаттама ақылды құрылғыларға күш салмайды сондай-ақ тұрақсыз байланыста орталық нүктеге хабарламаларды нақты жеткізеді.

Состояние История Команды Статистика

< Сегодня > Загрузить

Актуальные

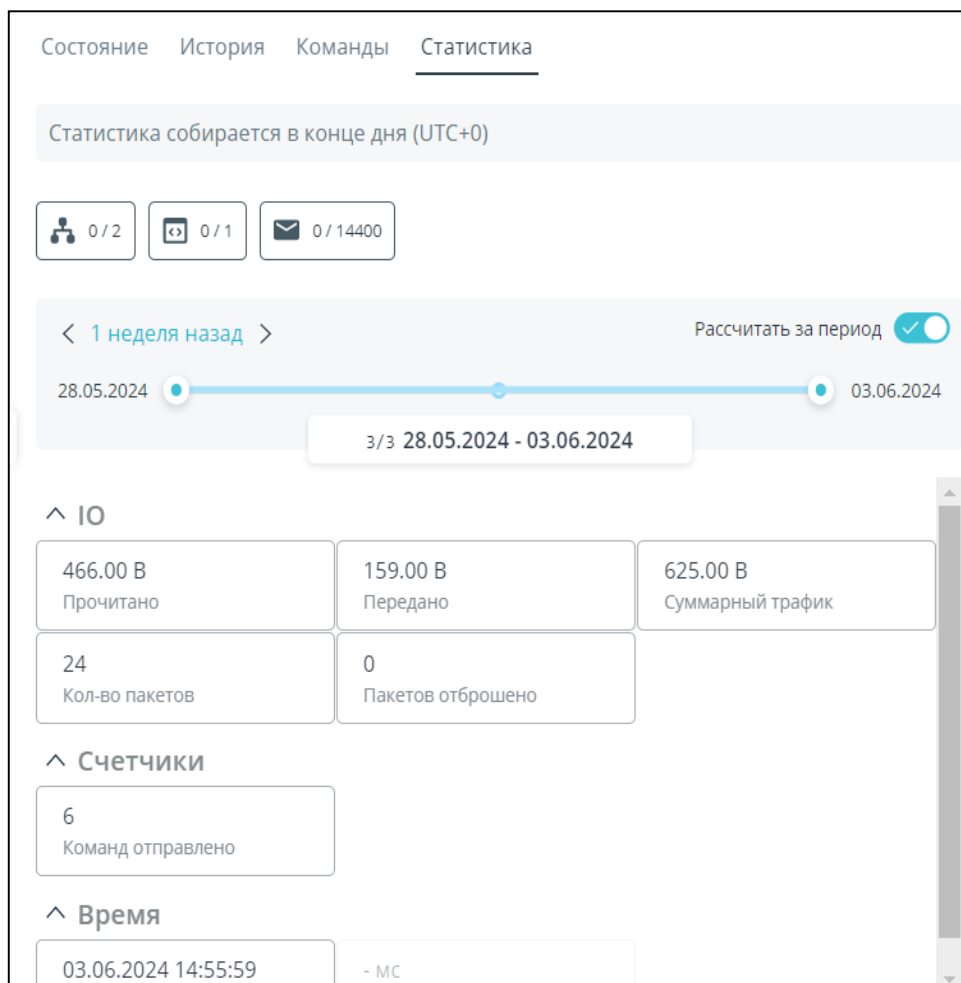
Поиск ...

#	Начало	Конец	Время	Пользователь	Тип
✓ ● 1	03.06.2024 15:04:25	03.06.2024 15:04:25	165ms	ernur.kazakstan...	Relay 1 on
✓ ● 2	03.06.2024 15:04:30	03.06.2024 15:04:30	125ms	ernur.kazakstan...	Relay 1 off
✓ ● 3	03.06.2024 15:04:37	03.06.2024 15:04:37	197ms	ernur.kazakstan...	Relay 2 off
✓ ● 4	03.06.2024 15:04:40	03.06.2024 15:04:40	158ms	ernur.kazakstan...	Relay 2 on
✓ ● 5	03.06.2024 15:04:42	03.06.2024 15:04:42	186ms	ernur.kazakstan...	Relay 2 off
✓ ● 6	03.06.2024 15:04:49	03.06.2024 15:04:50	324ms	ernur.kazakstan...	Relay 2 off
✓ ● 7	03.06.2024 15:05:03	03.06.2024 15:05:04	223ms	ernur.kazakstan...	Relay 2 on
✓ ● 8	03.06.2024 15:05:06	03.06.2024 15:05:07	149ms	ernur.kazakstan...	Relay 2 off
✓ ● 9	03.06.2024 15:05:27	03.06.2024 15:05:27	6ms	ernur.kazakstan...	Разорвать соедин...
✓ ● 10	03.06.2024 15:05:31	03.06.2024 15:05:31	2ms	ernur.kazakstan...	PUBLISH (Опублик...
✓ ● 11	03.06.2024 15:05:35	03.06.2024 15:05:35	2ms	ernur.kazakstan...	Relay 2 off
✓ ● 12	03.06.2024 15:05:40	03.06.2024 15:05:40	2ms	ernur.kazakstan...	Relay 2 off

## 2.4-сурет – Rightech IoT келіп түскен командалар тізімі

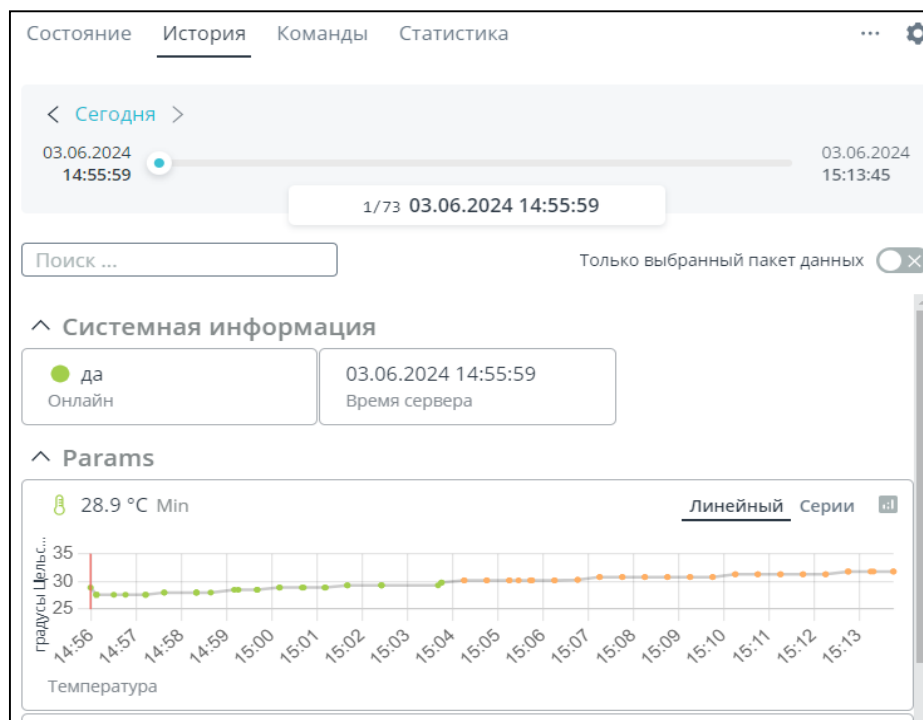
Біздің жұмыс барысында орындаған әрбір команда ашық платформада сақаталады, бұл тізімді кез келген уақытта платформадан көре аламыз. Ашық платформа өлшеуіш аспаптар мен құрылғылардан жеткен ақпаратты көрсетуге сондай-ақ бақылауға арналған. Ақпаратты серверге жіберу үшін белгілі хаттама қолданылады, ал IoT және құрылғы арасындағы өзара байланыс үшін MQTT хаттамасы пайдаланылады.





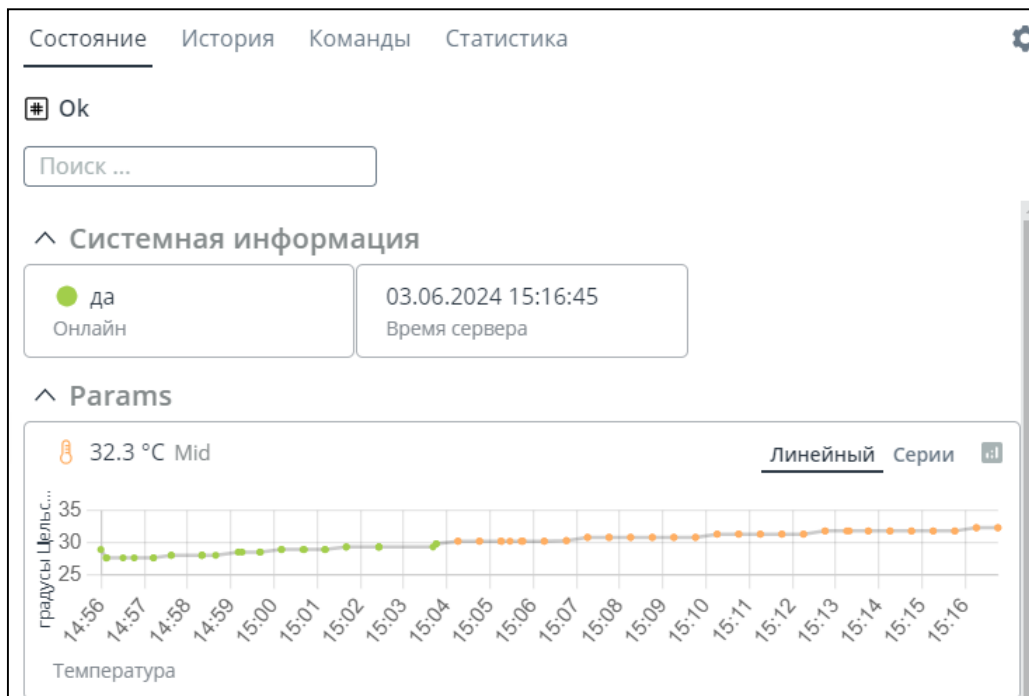
## 2.5-сурет – Rightech IoT келіп түскен жалпы статистика

Тарих бөлімінен ашық платформаға келіп түскен барлық температура мәліметтерін бақылай аламыз. Қай уақытта және қандай температура екенін анықтай аламыз.



2.6-сурет – Rightech IoT тарих бөлімі

Күй бөлімінде құрылғымыздың дәл қазіргі сәттегі жағдайын бақылай аламыз.



2.7-сурет – Rightech IoT құрылғы жағдайы

IoT-тегі деректерді жинау мен талдаудың заманауи әдістері сонымен қатар құрылғылардың интероперабельділігін қамтамасыз ету үшін арнайы

байланыс протоколдары мен деректер форматтарын қолдануды қамтиды. MQTT (message Queuing Telemetry Transport) және CoAP (Constrained Application Protocol) сияқты хаттамалар шектеулі ресурстар мен төмен өткізу қабілеттілігі жағдайында жұмыс істеу үшін оңтайландырылған. Бұл протоколдар көптеген IoT құрылғылары үшін маңызды болып табылатын сенімді деректерді беруді және ең аз қуатты тұтынуды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, JSON және XML сияқты деректер пішімдерін пайдалану әртүрлі жүйелер арасында құрылымдау мен деректерді бөлісуді жеңілдетеді.

Тағы бір маңызды аспект – киберқауіпсіздік. Қосылған құрылғылар санының өсуімен деректер мен құрылғыларды кибершабуылдардан қорғау қажеттілігі артады. Деректерді қауіпсіз тасымалдауды қамтамасыз ету үшін TLS (transport layer security) және SSL (secure sockets layer) сияқты шифрлау әдістері қолданылады. Аутентификация және авторизация деректер мен құрылғыларға рұқсатсыз кірудің алдын алуда шешуші рөл атқарады. Бағдарламалық жасақтаманы үнемі жаңартып отыру және қауіпсіздікті бақылау осалдықтарды уақтылы анықтауға және жоюға көмектеседі.

IoT деректерін талдауды жақсарту үшін процестерді болжау мен автоматтандырудың дәлірек модельдерін жасауға мүмкіндік беретін жасанды интеллект және машиналық оқыту технологиялары қолданылады. Бұл технологиялар үлкен деректерді талдау, жасырын заңдылықтарды анықтау және өзгерістерге бейімделе алатын интеллектуалды жүйелерді құру үшін қолданылады. Деректерді талдау тек жоғары есептеу қуатын ғана емес, сонымен қатар тиімді өңдеу алгоритмдерін де қажет ететінін ескеру маңызды.

Ашық технологиялар IoT деректерімен жұмыс істеу үшін жаңа құралдар мен қызметтерді ұсына отырып, дамуын жалғастыруда. Мысалы, AWS Greengrass және Azure IoT Edge қызметтері перифериялық құрылғыларда күрделі есептеулер мен деректерді өңдеуге мүмкіндік береді, орталық серверлерге жүктемені азайтады және жүйенің жұмысын жақсартады. Бұл әсіресе автономды көліктер мен өнеркәсіптік автоматтандыру жүйелері сияқты жылдам жауап беруді қажет ететін қолданбалар үшін өте маңызды.

Болашақта кванттық есептеулердің дамуы IoT-та деректерді талдаудың жаңа көкжиектерін ашуы мүмкін. Кванттық алгоритмдер үлкен көлемдегі деректерді керемет жылдамдықпен өңдей алады, бұл бүгінгі күні басым болып көрінетін мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Энергияны үнемдейтін сенсорлар мен құрылғыларды жасау үшін жаңа материалдар мен технологияларды әзірлеу IoT-ті одан әрі дамытуға ықпал етеді.

### 3 Озонаторлардың температурасын IoT жүйесімен басқарудың практикалық маңызы

#### 3.1 Озонатордың температурасын басқару жүйесінің жобалануы

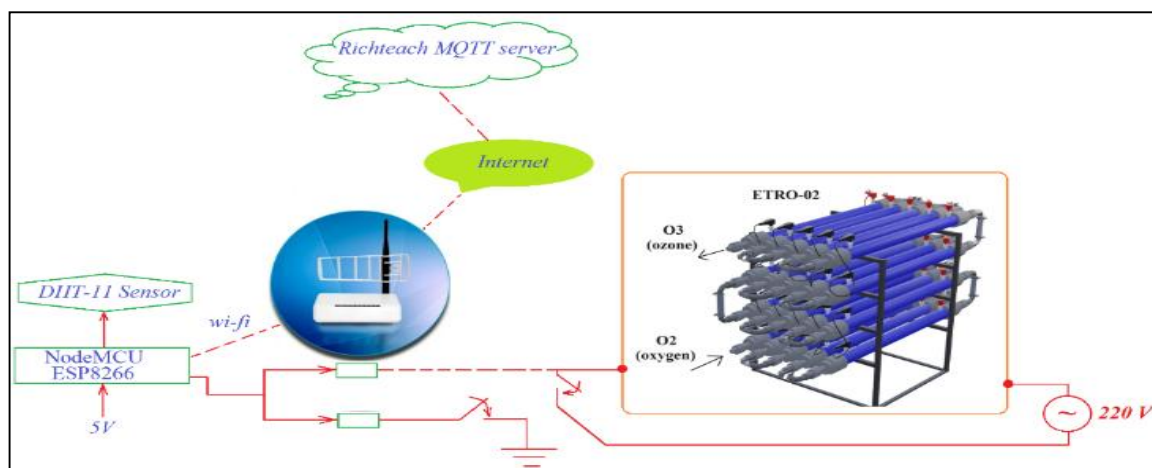
Эксперимент үшін алдымен озон құрылғысы сондай-ақ өлшеуіш аспапты тағайындау керек. Температураны қашықтан басқаруды жүзеге асыру үшін ETRO 02 құрылғысы тағайындалды. Dht11 температура датчигі ретінде пайдаланылды. Бұл шешім олардың IoT технологияларымен сәйкестігіне байланысты қабылданды (3.1-сурет).

Жүйенің сипаттамасы. Құрылғыны құрастыру және сынау.

Бұл жобада Біз IoT ашық платформасын және жобаны басқаруға арналған Richteck қосымшасын пайдаланып серверге деректерді жіберу арқылы озонатордың температурасын қашықтан бақылай аламыз.

Пайдаланылған компоненттер:

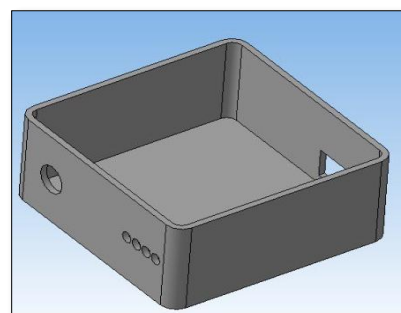
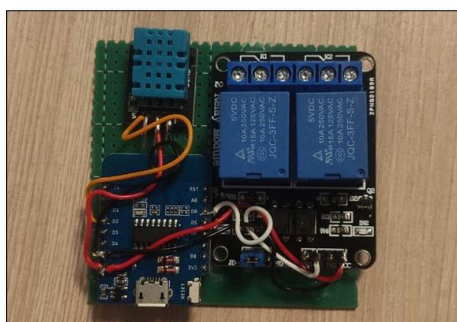
- NodeMCU тақтасы;
- DHT 11;
- Реле.



3.1-сурет – IoT алыстан басқарушы ақпараттар платформасының сызбасы

Көрсетілген сұлбада біз NodeMCU esp 8266 микробақылауышты, өлшеуіш аспапты сондай-ақ екі релені, сондай-ақ ETRO 02 озонаторын алдын ала сынақтан өткізу үшін пайдалануды көре аламыз. Бұл сызбада DHT-11 сенсоры NodeMCU-ға қосылған. Бұл сенсор температура мен ылғалдылықты өлшейді. Мұнда микробасқарушы тұрғылықты Wi-Fi желісіне қосылады, Wi-Fi қосылу нәтижесінде интернетке қосылады және желіге автоматты түрде қосылады. Содан кейін ол райтек MQTT серверімен байланысады. Сенсор деректері автоматты түрде серверге жіберіледі. Озонаторлардың қуат қосылымы тікелей, ал екіншісі релеге қосылған. Райтек платформасы өз жобамызды құрастыруға пайдасын тигізеді. Біздің қызметімізде жобалық

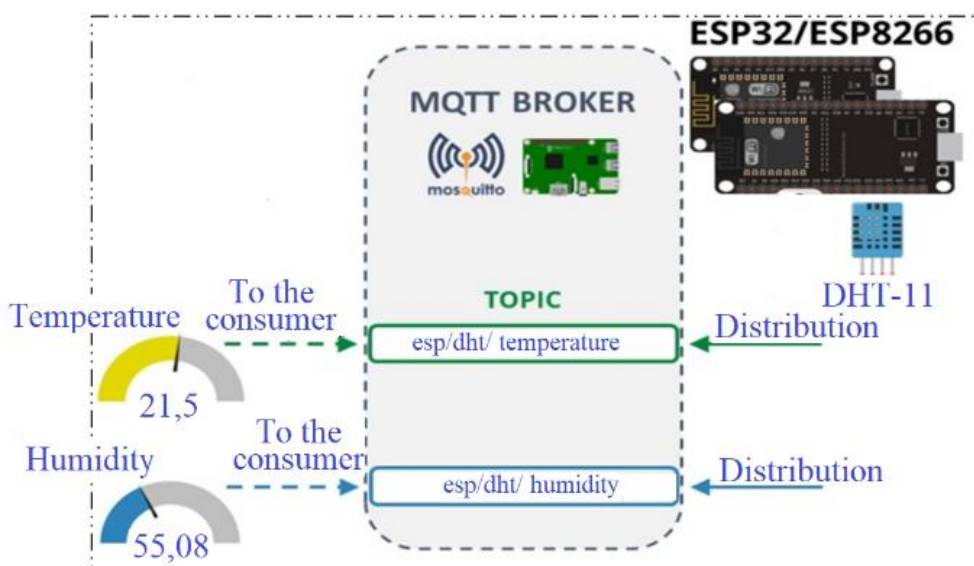
және объектілік бөлімдер орналасқан. Жоба құрылымында бізге қажетті сызбаны жасай аламыз. Біз жобаға 2 түймені қостық, олар реле 1 және реле 2. Біз әрқайсысын баптаймыз. Құрылғының құрастыру сызбасы (а) және корпусы (б) төменде көрсетілген (3.2-сурет).



а) Құрылғының құрастыру сызбасы

б) Құрылғының корпусы

3.2-сурет – Эксперимент үшін жиналған құрылғының сұлбасы

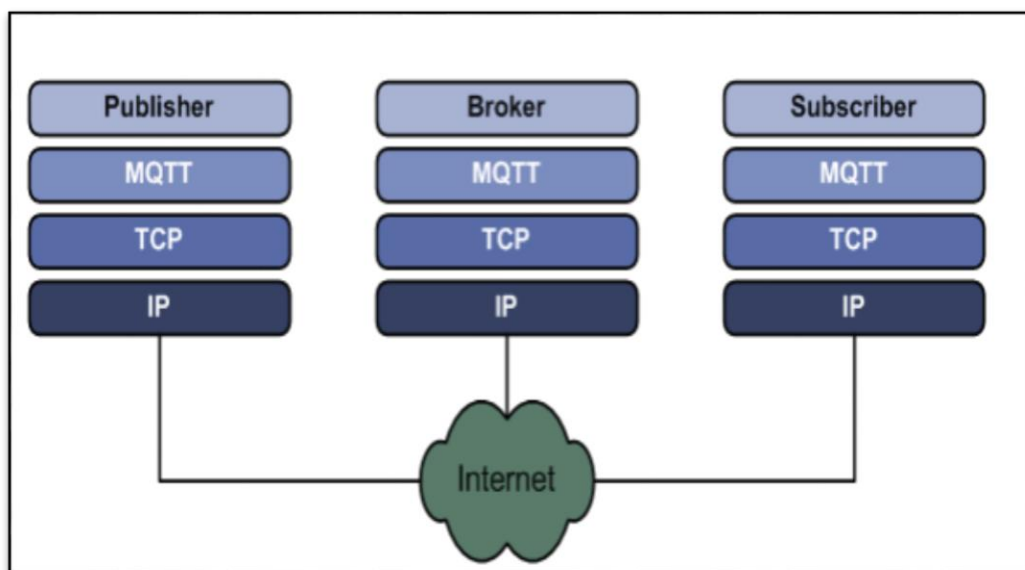


3.3-сурет – Жүйенің құрылымы

NodeMCU – бұл ESP8266 негізінде жасалған платформа. Бұл жүйе әртүрлі құрылғыларды жергілікті желілер немесе Интернет арқылы, Wi-Fi арқылы әртүрлі құрылғыны қашықтан басқару үшін қолайлы. Бізде NodeMCU-ға қосылған DHT-11 сенсоры бар. Бұл сенсор температураны бақылайды. Реле құрылғысы электромагниттік болып табылады. Микробақылаушы тұрғылықты сымсыз желіге қосылады, Интернетке сымсыз желі арқылы кіреді сондай-ақ техникалық түрде қосылады. Содан кейін ол Rightech mqtt серверімен байланысады.

Жобамызда қолданылатын хаттаманың ерекшеліктері іске асырушы деңгейінде құрылғының интерактивтілігі үшін әртүрлі протоколдарды

қолдануды қамтиды. Ең танымал протоколдың бірі жобамызға таңдалды. Хаттама заттардың ішкі желісі үшін арнайы әзірленген және құрылғылар арасында деректер алмасу үшін пайдаланылатын ашық хаттама . Ол күрделі жүйелерді басқаруды ұйымдастыруға арналған қарапайым және масштабталатын платформаны ұсынады. MQTT желілік жұмысына mqtt агенттері – баспагерлер мен бір-бірімен өзара әрекеттесетін абоненттер, делдал ретінде қызмет ететін MQTT сервері (брокері) кіреді [11]. Осындай сұлбаның анық сызбасы 3.4-суретте бейнеленген. Біз жобамызда таңдаған хаттама TCP/IP арқылы қолданбалы дәрежеде іске асырылады [12,13].



3.4-сурет – Хаттама тұжырымдамасы

IoT желісіне қосылу, озондаушы құрылғы сондай-ақ өлшеуіш аспаптар MQTT протоколы арқылы IoT біріктірілген.

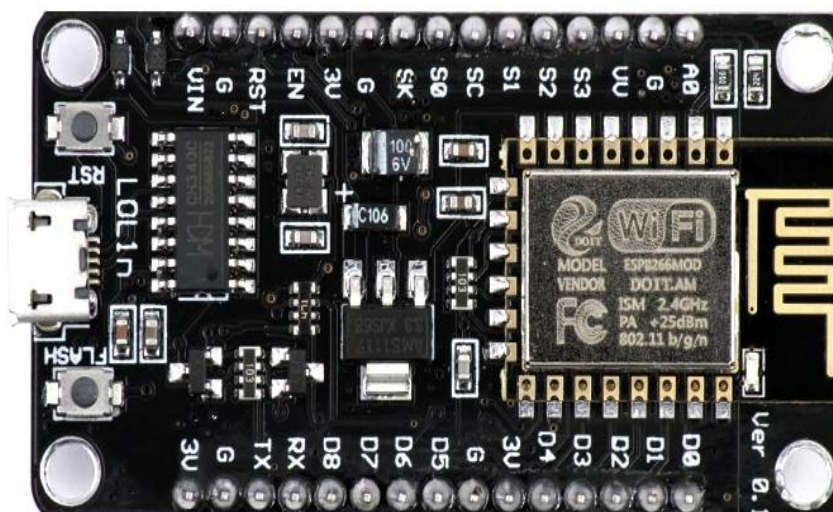
## 3.2 Жоба құралдарын таңдау

### 3.2.1 Микротақта Node MCU

Бұл жұмыста өлшеуіш аспаптар мен байланыстырушыны басқару үшін Node MCU қолданамыз. Node MCU микротақтасы esp модуліне негізделген құрылғы. Микротақта сымсыз желі қолданып, тұрғылықты желіге сонымен қатар ғаламторға сигнал бере отырып алыстан түрлі құрылымдарды оңай басқаруға арналған. Бұл микротақтаны қолдану мүмкіндігі біздің мүмкіндіктермен шектелетіні анық. Соның ішінде, Node MCU-ді ұялы жабдығымыз арқылы жарықты немесе желдеткішті басқаруды, датчиктердің көрсеткіштерін анықтауды және тағы көптеген қолданба арқылы ақылды құрылғы жасай аламыз.

### Кесте 3.1 – Микротақтаның сипаттамалары

Салмағы	18 г
Микробасқарушы	Node MCU
Ені бойынша көрсеткіш	35 мм
Тақтаның жұмыс кернеу көрсеткіші	3-3,6В
Микротақта кіріс кернеу көрсеткіші	3,7-20 В
МАХ ток көрсеткіші	220 мА
Цифрлық енгізу/шығару	14
Микротақта жұмыс температурасының диапазоны	40 С-125 С дейін
Микропроцессор	80МГц, 32 бит
Пакеттерді қабылдау жіберу уақыты	22 мс
Хаттама	802.11 b/g/n Wi-Fi
Берілу ұзақтығы	110-460800 б/сек
Өлшемі	62 мм



3.5-сурет – NodeMCU ESP8266 құрылғысы

#### 3.2.2 Өлшеуіш құрылғылар

Бақыланатын параметрді (шаманы) пайдалануға ыңғайлы, әдетте электрлік сигналға айналдыратын физикалық немесе химиялық шаманы тікелей өлшеу үшін өлшеуіш құрылғылар қолданылады. Осы жобادا DHT11 датчигі мен Реле 1/2 релесі қолданылатын болады.

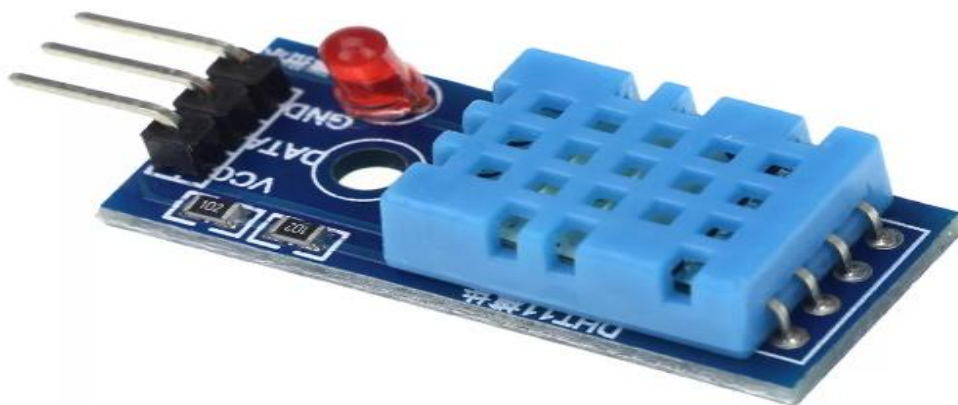
#### 3.2.3 Өлшеуіш аспабы Dht 11

Сенсор екі компоненттен тұрады – температура сенсоры және гигрометр. Біріншісі ауаның ылғалдылығын өлшеу үшін, ал екіншісі температураны анықтау үшін пайдаланылады. Ішіндегі чип аналогты-сандық түрлендірулерді жүзеге асырып, микроконтроллер арқылы оқылатын сандық

сигнал шығара алады. Бұл сенсорлар өте дәл және сенімді өлшеулер жүргізуге мүмкіндік береді. Оларды көптеген IoT жобаларында кеңінен қолдануға болады.(3.6-сурет)

Техникалық сипаттамаларына тоқталатын болсақ:

- Қуат көзі – 3-тен 5 вольтқа дейін;
- Уақыт бірлігінде бір өлшем (секунд), яғни, жиілігі 1 Гц.
- Көлемдік өлшемдері: ұзындығы 15,5 мм, ені 12 мм, биіктігі 5,5 мм;
- Температураны 0-ден 50 градусқа дейін өлшеу үшін пайдаланылады (дәлдігі – 2%);
- Қуат – 3-тен 5 вольтқа дейін;
- Ылғалдылықты 20%-дан 80%-ға дейін анықтайды, дәлдігі 5%-ке дейін болуы мүмкін;
- Тұтынатын ток – 2,5 мА (максималды деректерді түрлендіру кезінде);



3.6-сурет – DHT11 өлшеуіш аспабы

Кесте 3.2 – Өлшегіш аспап DHT 11 электрлік бойынша сипаттамасы

Сипаттамалары:	Мәні тең
Іріктеу мерзімі	2 секундтан көп
Қуат көзі тогы	өлшеу 0.3мА, күту 60μ
Қуат көзі	3.5 – 5.5 В

Кесте 3.3 – Өлшеуіш аспап DHT 11 температура бойынша сипаттамасы

Сипаттамалары тең	Мәні бойынша
Кеңейтілуі бойынша	16 Бит
Жауап қайтару уақыты бойынша	1 / e (63%) 10S
Диапазон көрсеткіші	25 °C ± 2°C



Кесте 3.4 – Өлшеуіш аспап DHT 11 салыстырмалы ылғалдылығылық көрсеткіші

Сипаттамалары бойынша тең	Мәні
Гистерезис бойынша	$\leq \pm 0,3\% RH$
Қайталануы бойынша	$\pm 1\%$ салыстырмалы ылғалдылықтан
Ұзақ мерзімді тұрақтылығы	$< \pm 0,5\% RH / \text{жыл}$
Жауап қайтару уақыты бойынша	$1 / e (63\%) 25^\circ C\text{-тан } 1 \text{ м/с}$
Кеңейтілуі бойынша	16 Бит
Дәлдігі бойынша	$25^\circ C \pm 5\%$ салыстырмалы ылғалдылықтан
Өзара алмасушылығы бойынша	Толығымен өзара алмасушы

### 3.3 Деректер жинау және өңдеу

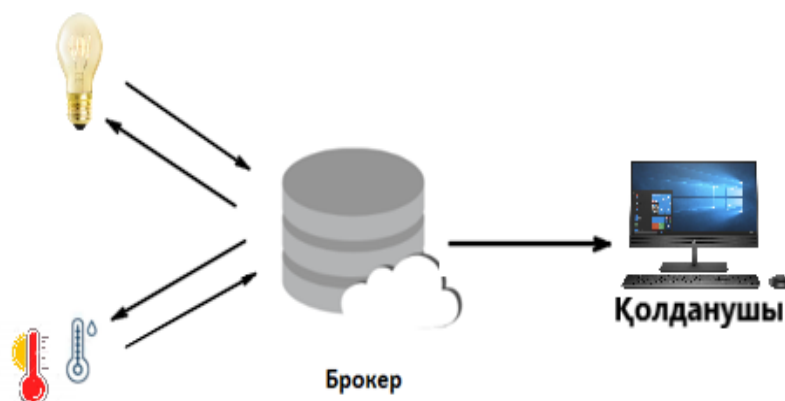
IoT қолданбасы әдетте үлкен көлемде деректер жасайтын және алмасатын ақылды құрылғылар жиынтығынан тұрады. Бірнеше қолданба өздерінің сезу қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін сол құрылғы инфрақұрылымын пайдаланып, ынтымақтаса алады. Сонымен қатар, сол деректерге жазылған бірнеше абоненттер ортақ желі орнатуынан пайда көреді. Бұл құрылғылар шығаратын деректер өнімділікті арттыру және қауіпсіздікті жақсарту үшін талданады. Әдеттегі IoT желісі бірнеше жүздеген өзара байланысқан құрылғылардан тұрады, және бірнеше қолданбалы процестер осы құрылғылардың шығарған деректеріне сүйенеді. Артық ресурстарды пайдалануды болдырмау үшін, бұл қолданбалар өздерінің сезу қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін сол құрылғы инфрақұрылымын бөліседі, бұл бір уақытта деректерді жинау мәселесін туғызады. Бір уақытта деректерді жинау процесінде көптеген параллель деректер ағындары көптеген базалық станцияларда деректерді тиімді жинау үшін қолданылады. Қазіргі кездегі бір уақытта деректер жинау ағаштарын жобалау IoT қолданбалары үшін көптеген жаңа қиындықтарды тудырады. Мұндай қиындықтардың бірі – бір уақытта деректер жинау процестерінің кешігуін оңтайландыру. Мысалы, ақылды қала әртүрлі қолданбалардан тұрады, және бірнеше қолданба бірдей құрылғылардың шығаратын деректеріне қызығушылық танытуы мүмкін. Сонымен қатар, бірнеше қолданба бірдей деректерді әртүрлі мақсаттарда пайдалана алады.

#### 3.3.1 MQTT хаттамасы

Жаңа байланыс технологиясы деп аталатын IoT жылдам дамуы бұл технологияның қазіргі технология нарығында үстемдік етуіне әкелді. IoT-тың әртүрлі құрылғыларға оңай қол жеткізуі әртүрлі объектілерден көптеген деректер жасайтын жаңа қолданбалардың дамуына ықпал етті. IoT-ты жүзеге

асыруда жоғары байланыс өнімділігіне, жылдам жауап беру уақытына және жеңіл көлемге ие протокол қажет. MQTT - IoT үшін өте қолайлы протокол, себебі бұл протокол машинадан машинаға байланыс үшін арнайы жасалған және деректерді жылдам әрі төмен өткізу қабілеттілігімен жібере алады. MQTT үш негізгі бөліктен тұрады: Publisher, Broker және Subscriber. Publisher - бұл IoT құрылғылары, олар датчиктердің деректерін мерзімді түрде деректерге жазылу қолданбаларына (Subscriber) жібереді. Ал MQTT Broker - бұл деректерді Publisher-лерден жинап, кейін оны Subscriber-лерге жеткізетін ұйым. Бұрынғы зерттеулерде ашық қызметтеріндегі HTTP протоколының өнімділігін салыстыру талқыланған болатын.

Бүгінгі таңда MQTT протоколы әртүрлі IoT қолданбаларында, әсіресе ресурстар шектеулі ортада қызмет сапасының әртүрлі деңгейлерін қолдау қажет болған жағдайда қолданылады. Оны пайдалану арқылы IoT шешімін икемдірек, сенімдірек және ауқымдырақ ету үшін бағдарламаланудың айтарлықтай жоғары деңгейін қамтамасыз етуге болады.



3.7-сурет – Хаттаманың сипаттамасы

IoT адамдардың өзара әрекеттесу, қарым-қатынас және күнделікті іс-әрекеттерін үйлерден бастап, өнеркәсіптер мен қалаларға дейінгі әртүрлі салаларда түбегейлі өзгертті. MQTT - IoT жүзеге асыру үшін жиі қолданылатын протоколдардың бірі. Дегенмен, MQTT арқылы қосылған IoT жүйелері қауіпсіздік бұзушылықтарына бейім, өйткені MQTT бастапқыда қауіпсіздік басымдылық ретінде қарастырылмаған. Түпнұсқалық деректер мен хабарламалар әдепкі бойынша ашық мәтінде беріледі, бұл деректердің құпиялылығы мен тұтастығын бұзуы мүмкін.

1999 жылы IBM компаниясы әзірлеген Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) - бұл жариялау-жазылу хабар алмасу протоколы. MQTT-ның негізгі элементі - MQTT брокері, ол хабарламаларды қабылдап, жариялайды. Температура сенсоры уақыт өткен сайын өлшеу жүргізіп, деректерді MQTT брокеріндегі тақырыпқа жариялайды. MQTT брокері деректерді ноутбукке және мобильді құрылғыға жібереді. HTTP

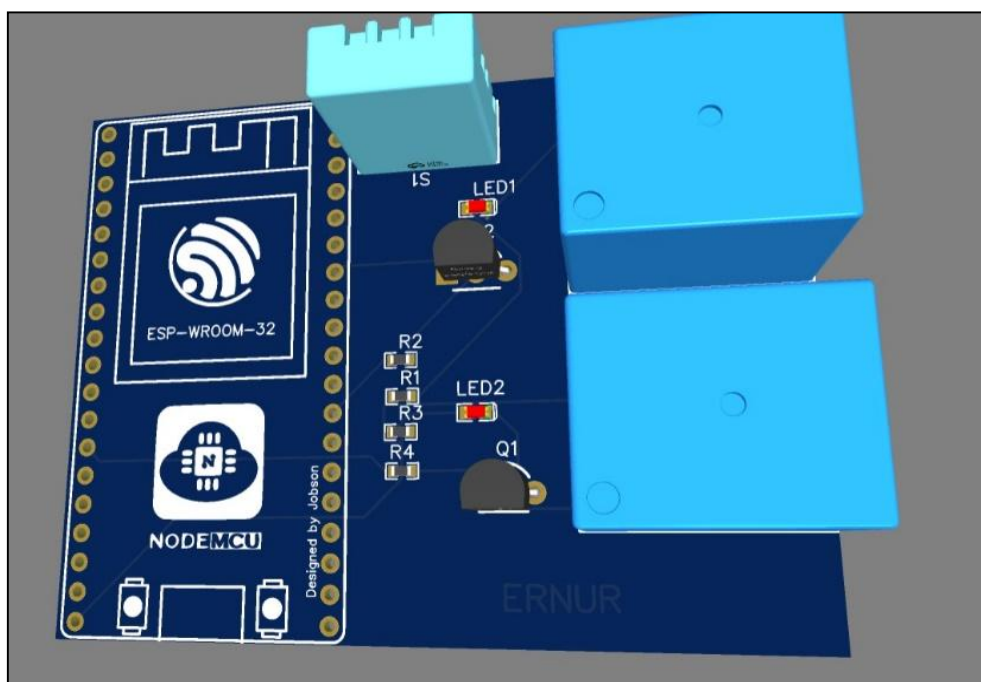
протоколдарымен салыстырғанда, MQTT әлдеқайда аз есептеу қуатын, аз өткізу қабілеттілігін және аз қуат тұтынуды талап етеді.

MQTT үш деңгейлі қызмет сапасын (QoS) ұсынады:

- 0: Ең көп дегенде бір рет. Хабарлама тек бір рет жіберіледі.
- 1: Ең аз дегенде бір рет. Хабарлама қабылдау расталғанға дейін бірнеше рет жіберіледі.
- 2: Тек бір рет. Хабарламаның бір ғана данасы жіберіледі (екі деңгейлі растау арқылы кепілдендірілген).

### 3.4 Жүйенің құрастырылуы және тестілеу

IoT қолдана отырып, озон құрылғысының температурасын алыстан басқару құрылғысы үшін баспа платасының сұлбасын құру жобаны әзірлеудегі маңызды қадам болып табылады. Баспа плата сұлбасы барлық электронды компоненттерді монтаждау үшін негіз болып табылады, олардың сенімді байланысы мен функционалдығын қамтамасыз етеді.



3.8-сурет – Баспа платасының 3D моделі

Баспа платасы сұлбасының ортасында деректерді басқару мен өңдеуде шешуші рөл атқаратын NodeMCU 8266 микроконтроллер тақтасы орналасқан. NodeMCU 8266 қоршаған орта параметрлерін дәл өлшеуге мүмкіндік беретін DHT11 температура мен ылғалдылық сенсорына қосылған. DHT11 сенсоры NodeMCU 8266 құрылғысындағы сандық енгізу/шығару желілерінің біріне (GPIO) қосылған, бұл температура мен ылғалдылық деректерінің нақты уақыт режимінде берілуін қамтамасыз етеді.

Құрылғыны қуаттандыру үшін кернеу тұрақтандырғышы бар, ол кіріс кернеуін NodeMCU 8266 және DHT11 сенсорының жұмысына қажетті тұрақты кернеуге айналдырады. Бұл құрылғының тұрақты жұмысын қамтамасыз ету және тұрақсыз қуатпен байланысты ақаулардың алдын алу үшін маңызды. Қуат оңай қосылу үшін баспа платасының сұлбасының жиегінде ыңғайлы орналасқан қуат қосқышы арқылы беріледі.

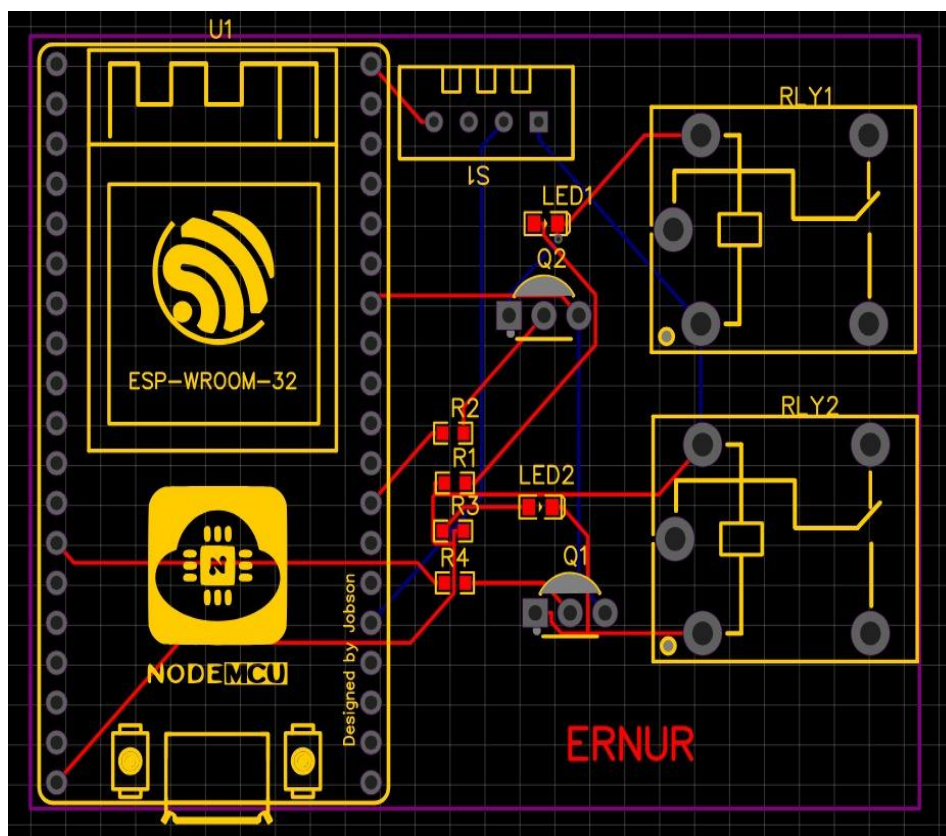
Баспа плата сұлбасы сонымен қатар сигналдарды сүзу және құрылғының жұмысын тұрақтандыру үшін қажет резисторлар мен конденсаторлар сияқты әртүрлі пассивті компоненттерді орналастырады. Бұл компоненттер электрлік шу мен кедергілерді азайту үшін тізбектің талаптарына сәйкес мұқият таңдалған және орналастырылған.

Сыртқы құрылғылармен және Rightech IoT ашық платформасымен байланысты қамтамасыз ету үшін баспа платасы сұлбасы сыртқы Wi-Fi антеннасын қосуға арналған антенна қосқышымен жабдықталған. Бұл NodeMCU 8266-ға тұрақты сымсыз қосылымды сақтауға және MQTT протоколы арқылы деректерді тасымалдауға мүмкіндік береді. Антенна сигналдың максималды сапасын қамтамасыз ету және басқа компоненттердің деректерді беруге әсерін азайту үшін орналастырылған.

Құрылғыны баспа платасы сұлбасында күйге келтіру және бағдарламалау үшін бағдарламашы мен күйін келтіру құрылғыларын қосуға арналған түйреуіштер бар. Бұл түйреуіштер микробағдарламаны NodeMCU 8266-ға тез және ыңғайлы жүктеуге және құрылғыны әзірлеу және тестілеу кезеңінде жөндеуге мүмкіндік береді. Олар оңай қол жеткізу үшін баспа платасында ыңғайлы жерде орналасқан.

Баспа платасындағы жолдарды бақылауға ерекше назар аударылады. Жолдар қиылыстарды азайту және барлық компоненттердің сенімді байланысын қамтамасыз ету үшін сұйылтылған. Ол үшін күрделі схемаларды тиімді таратуға және құрылғының өлшемдерін азайтуға мүмкіндік беретін көп қабатты БПС қолданылады. Трек сымдары сонымен қатар құрылғының жұмысына кедергі келтірмеу үшін маңызды электромагниттік үйлесімділік (ЕМС) талаптарын ескереді. Сондай-ақ, БПС құрылғының корпусына тақтаны сенімді бекіту үшін бекіту тесіктерін орналастырады. Бұл компоненттердің механикалық зақымданудан тұрақтылығы мен қорғанысын қамтамасыз етеді. Бекіту тесіктері құрылғының құрастыру және техникалық қызмет көрсету ыңғайлылығын ескере отырып орналастырылған.

IoT технологиясын қолдана отырып, озонатор температурасын автоматты басқару құрылғысы үшін баспа платасының сұлбасын әзірлеу бүкіл жүйенің сенімді және тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін маңызды қадам болып табылады. Сұлбаны мұқият жобалау және оңтайландыру өнеркәсіптік процестерге енгізуге және тиімді құрылғы жасауға мүмкіндік берді. NodeMCU 8266 және DHT11 сенсоры сияқты компоненттерді пайдалану БПС әзірлеудің озық тәжірибелерімен бірге жүйенің жоғары дәлдігін, сенімділігі мен функционалдығын қамтамасыз етеді. Баспа платасының сұлбасы 3.9 – суретте көрсетілген.



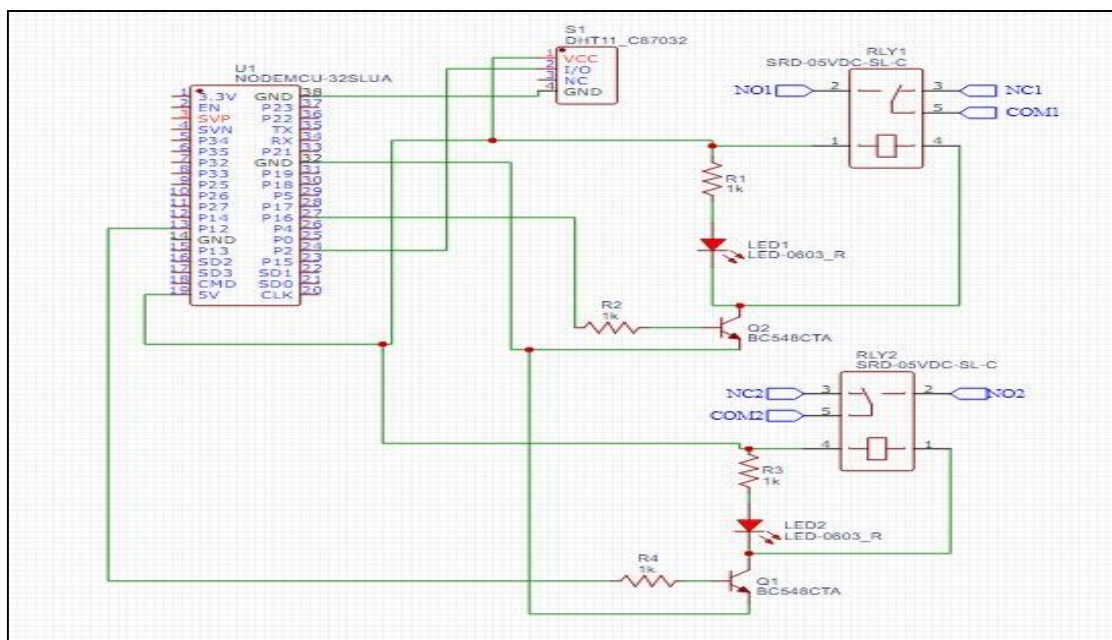
3.9-сурет – Баспа платасының сұлбасы

IoT көмегімен озонатор температурасын автоматты басқару платформасының электр схемасының сипаттамасы: озонатор температурасын автоматты басқару платформасының электр схемасы барлық электрондық компоненттердің қосылуын және олардың бірлесіп жұмыс істеуін қамтамасыз ететін жобаның негізгі элементі болып табылады. Схеманың ортасында NodeMCU 8266 микроконтроллер тақтасы орналасқан, ол деректерді жинау мен беруді басқарады, сонымен қатар негізгі басқару функцияларын орындайды.

NodeMCU 8266 қоршаған ортаны бақылаудың маңызды элементі болып табылатын DHT11 температура мен ылғалдылық сенсорына қосылған. DHT11 сенсоры NodeMCU 8266 құрылғысындағы сандық енгізу/шығару желілерінің біріне (GPIO) қосылған. Датчиктің қуаты температура мен ылғалдылықты дәл және тұрақты өлшеуге кепілдік беретін тұрақтандырылған қуат көзінен қамтамасыз етіледі. Бүкіл жүйені қуаттандыру үшін NodeMCU 8266 және перифериялық құрылғылардың жұмыс істеуі үшін қажетті кернеу мен ток беретін қуат көзі қолданылады. Тізбекте кернеу тұрақтандырғышы бар, ол кіріс кернеуін қажетті деңгейге түрлендіреді, бұл барлық компоненттерді тұрақты қуатпен қамтамасыз етеді және тұрақсыз кернеуге байланысты мүмкін болатын ақаулардың алдын алады. Электр тізбегі резисторлар мен конденсаторлар сияқты әртүрлі пассивті компоненттерді қамтиды.

Резисторлар токты шектеу және компоненттерді шамадан тыс жүктемеден қорғау үшін, ал конденсаторлар шуды сүзу және қуатты тұрақтандыру үшін қолданылады. Бұл компоненттер құрылғының сенімді жұмысын қамтамасыз ету және электрлік кедергілерді азайту үшін схемаға стратегиялық түрде орналастырылған. Сонымен қатар құрылғыны бағдарламалауға және жөндеуге арналған түйреуіштерді ұсынады.

Электр тізбегі асқын кернеулер мен қысқа тұйықталудан қорғайтын компоненттерді қамтиды. Бұл диодтар, сақтандырғыштар және транзисторлар, олар күтпеген электр оқиғалары кезінде құрылғының қосымша қауіпсіздігі мен қорғанысын қамтамасыз етеді. Бұл элементтер негізгі компоненттерді тиімді қорғау үшін схеманың негізгі нүктелерінде орналасқан. Сонымен қатар, сұлба жүйенің күйін көрсететін жарықдиодты шамдарды қамтиды. Жарық диодтары сәйкес NodeMCU 8266 желілеріне қосылған және жүйенің күйін бағдарлау мен бақылауды жеңілдететін құрылғының жұмысының визуалды көрсеткішін қамтамасыз етеді. IoT технологиясын қолдана отырып, озонатор температурасын автоматты басқару платформасының электр сұлбасы барлық электронды компоненттердің байланысы мен ынтымақтастығын қамтамасыз ететін жобаның маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Электр тізбегін мұқият жобалау және оңтайландыру озонатордың температурасын дәл бақылауға және басқаруға қабілетті сенімді және тиімді құрылғыны жасауға мүмкіндік берді. NodeMCU 8266, DHT11 сенсоры, кернеу тұрақтандырғыштары және қорғаныс элементтері сияқты компоненттерді пайдалану жүйенің жоғары сенімділігі мен функционалдығына кепілдік береді. IoT платформасының электрлік сұлбасы 3.10 - суретте көрсетілген.



3.10-сурет – IoT платформаның электрлік сұлбасы

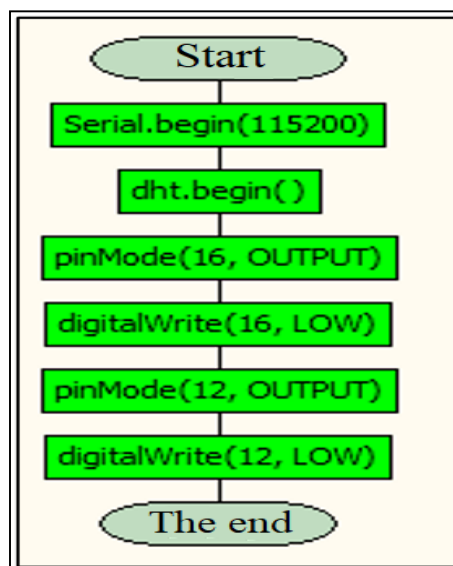
### 3.5 Тестілеу нәтижелерінің талдауы

Бағдарламалық жасақтаманы енгізу: Деректерді талдау үшін бағдарламалық жасақтама қолданылды. ETRO-02 ozonator құрылғысын автоматтандырылған басқару процесін бағдарламалау үшін C++ негізіндегі және барлық Arduino тақталарын программалауға арналған Arduino IDE әзірлеу ортасын қолданамыз. Сұлба бойынша аппараттық қосылымды аяқтағаннан кейін, енді кодты Arduino-ға жүктеп, орнату қажет. Бірінші қадам – кодқа барлық қажетті кітапханаларды қосу (3.11 - сурет). Құрылғыны USB арқылы қосқаннан кейін код жоғарыдан төменге қарай орындалады. Баптаулар кітапханадан жүктеледі.

```
MQTT_relay_DHT
#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include "EspMQTTClient.h"
#include "DHT.h"
```

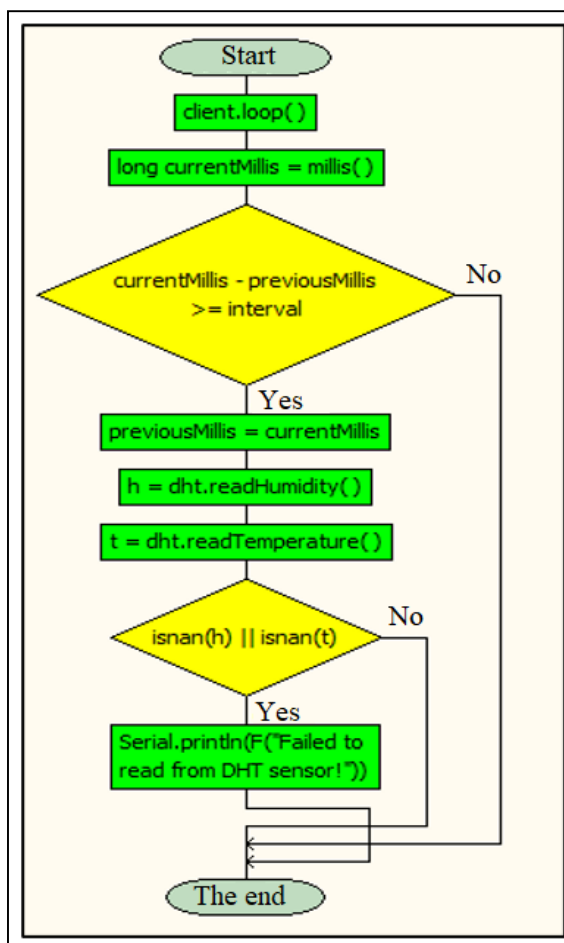
3.11-сурет – Қажетті кітапханалар

Бастапқы параметрлер void параметрі арқылы орнатылады. Негізгі код цикл бөлімінде орналасқан.



3.12-сурет – Void орнату

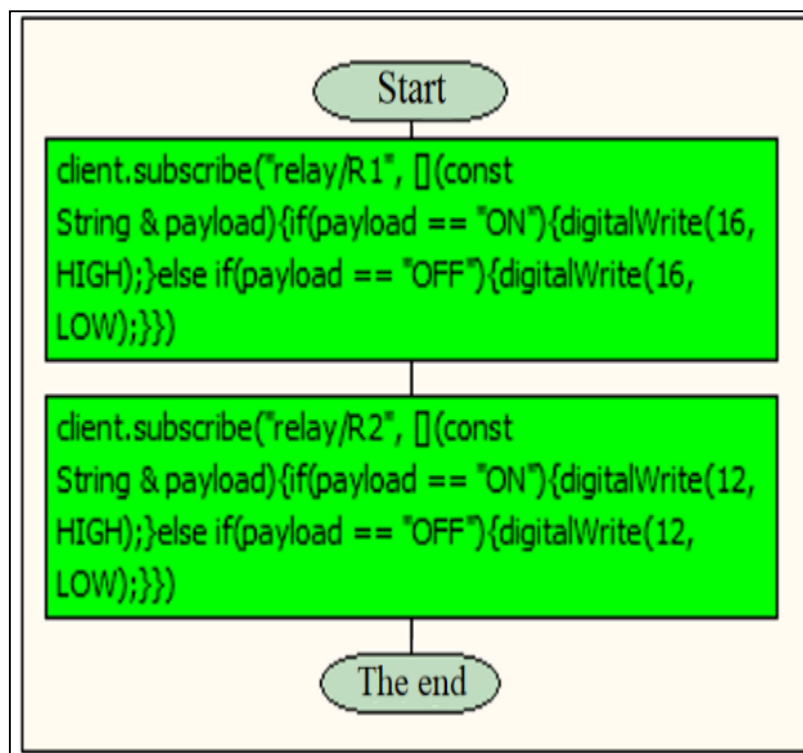
Циклде if функциясы бар. Бұл функцияның мақсаты – температура туралы деректерді серверге әр 30 секунд сайын жіберу. Себебі біз интервал айнымалысын 30000 миллисекундқа тең етіп орнаттық.



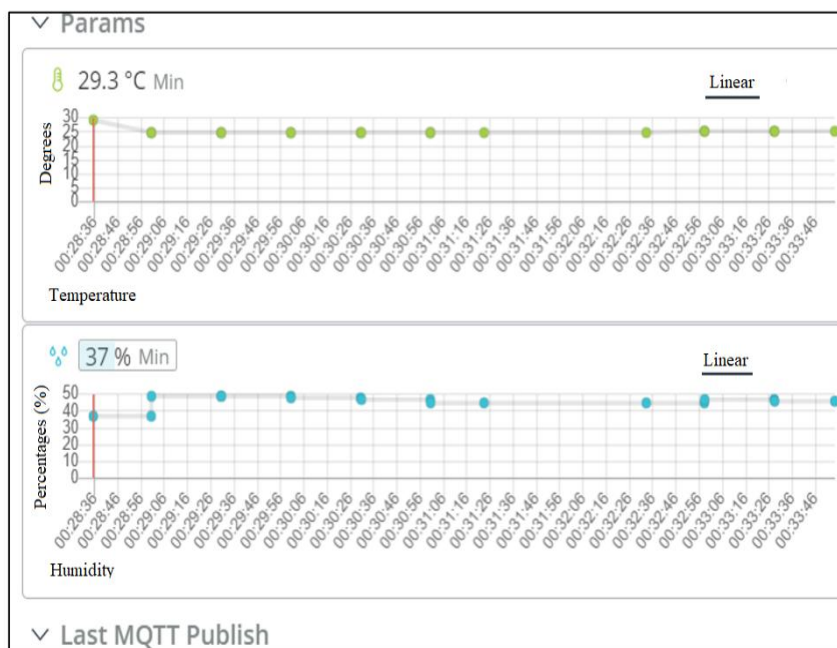
3.13-сурет – Void loop

Тағы бір функция бар. Бұл функция байланыс орнатылуы деп аталады. Бұл функция, мысалы, Rightech IoT платформасының ұялы телефондағы қолданбасына кіріп, қосу түймесін басқан кезде іске қосылады, ал өшіру түймесін басатын болсақ істен өшеді. Дәлірек айтсақ, бұл функция команданың орындалуын күтеді және команда алынғаннан кейін оны әрі қарай өңдейді. Егер ол relay 1 деп аталатын бөлімнен келсе, онда пайдалы жүктемедегі мәтін бар. Егер мәтін ON болса, бұл релені қосатынымызды білдіреді. Егер мәтін OFF болса, бұл релені өшіретінімізді білдіреді. Цикл ішінде if функциясы бар. Бұл мүмкіндік температура мен ылғалдылық туралы ақпаратты серверге әр 30 секунд сайын жібереді.





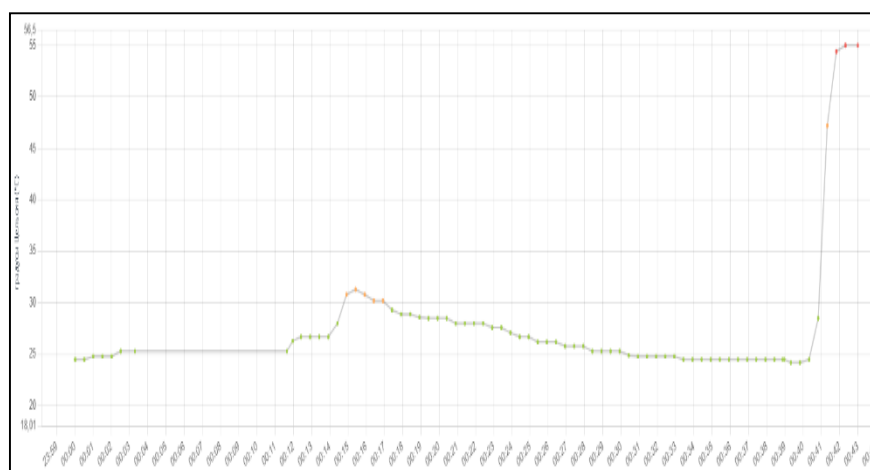
3.14-сурет – Байланыс орнатылды



3.15-сурет – DHT11 аспабынан алынған деректер

Біздің озонатор температурасын автоматты басқару жүйесін пайдалану барысында DHT11 температура сенсорынан ақпарат серверге әр 30 секунд сайын беріледі. Сенсорға қосылған NodeMCU 8266 ағымдағы қоршаған орта параметрлері туралы деректерді жинайды және оны MQTT протоколы арқылы Rightech IoT ашық платформасына жібереді. Әр 30 секунд сайын NodeMCU

8266 микроконтроллері температураны дәл өлшей отырып, DHT11 сенсорына сұранысты бастайды. Содан кейін бұл деректер пішімделеді және Wi-Fi арқылы серверге жіберіледі. MQTT протоколын пайдалану деректерді сенімді және жылдам жеткізуге мүмкіндік береді, бұл ең аз кідірістер мен желінің бұзылуына жоғары төзімділікті қамтамасыз етеді. Серверде деректерді Rightech IoT платформасы қабылдайды және өңдейді, онда олар әрі қарай талдау және визуализация үшін сақталады. Алынған әрбір мән дерекқорға жазылады және пайдаланушы интерфейсі арқылы нақты уақыт режимінде көрсетіледі. Бұл жүйе операторларына озонатордың күйін жедел бақылауға мүмкіндік береді. Әр 30 секунд сайын деректерді үнемі жаңартып отыру арқылы жүйе озонатордың оңтайлы жұмыс жағдайларын сақтау үшін өте маңызды болып табылатын бақылау мен басқарудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді. Деректерді жаңартудың бұл жиілігі қоршаған ортаның кез келген өзгерістеріне уақтылы жауап беруге және берілген параметрлерден ықтимал ауытқулардың алдын алуға мүмкіндік береді.



3.16-сурет – Өнімділікті бағалау

Өнімділікті бағалау: 3.16-суретте келтірілген мәліметтер негізінде құрылғының тиімділігін бағалауға болады. Диаграммадағы жасыл нүктелер құрылғының қосу режиміндегі белсенді жұмыс кезеңдерін, ал қызғылт сары нүктелер құрылғы өшірулі режиміне ауысып, желіден ажыратылған сәттерді көрсетеді. Белгілі бір температураға жетіп, қалыпты жұмыс жағдайлары қалпына келтірілгеннен кейін құрылғы автоматты түрде қайта қосылады. Құрылғының тиімділігін диаграммадағы жасыл және қызғылт сары нүктелердің таралуын қарастыру арқылы талдауға болады. Құрылғыны мезгіл-мезгіл қосу және өшіру жүйенің температураны белгіленген шектерде ұстап тұру қабілетін көрсетеді. Температура белгіленген мәндерге жеткенде және пайдалану шарттары қалыпқа келтірілгенде, құрылғы автоматты түрде өшеді, ол қызғылт сары нүктелермен көрсетіледі. Бұл ресурстарды дұрыс басқаруды және жүйенің энергия тиімділігін көрсетеді. Қалыпты жағдайларды өшіріп, қалпына келтіргеннен кейін құрылғы автоматты түрде қайта іске қосылады.

және белсенді жұмыс режиміне оралады. Бұл цикл қайталанады, бұл басқару жүйесінің сенімділігі мен дербестігін растайды. Автоматты қайта жүктеу оператордың араласуын қажет етпестен оңтайлы жұмыс жағдайларын қамтамасыз етеді.

Эксперименттің мақсаты мен талқылауы: эксперименттің басты мақсаты ETRO - 02 озонаторындағы температураны қашықтан басқарудың тиімділігін IoT технологияларын пайдалана отырып бағалау болды. Статистикалық талдау нәтижелері қашықтан басқаруды енгізудің табыстылығы және температураның өзгеруінің статистикалық маңыздылығын анықтауға мүмкіндік береді. Негізгі міндеттерге мыналар жатады: температураны қашықтан басқару мүмкіндігін тексеру жүйесі, температуралық режимдерді сақтау қабілетін бағалау, ортаның әртүрлі факторларында озонатордың тиімді жұмысын қамтамасыз ету және нәтижелердің маңыздылығын статистикалық тестілеу арқылы анықтау. Бұл жүйе озонатордың жұмысын автоматтандыру арқылы қолмен басқаруды азайтады. Жүйенің тиімділігі нақты уақыттағы деректерді жинау және талдау арқылы бағаланады. Зерттеу барысында алынған мәліметтер болашақта жүйені жетілдіру үшін негіз бола алады.

1. DHT11 сенсорымен температура мен ылғалдылықты өлшеудің дәлдігі мен сенімділігін тексеру.

2. MQTT протоколы арқылы Rightech IoT ашық платформасына деректерді беру тиімділігін бағалау.

3. Озонатордың белгіленген температурасын ұстап тұру үшін NodeMCU 8266 микроконтроллер тақтасында енгізілген автоматты басқару алгоритмдерін талдау.

Тәжірибе барысында DHT11 температура мен ылғалдылық сенсорынан, NodeMCU 8266 микроконтроллер тақтасынан және Rightech IoT ашық платформасынан тұратын озонатор температурасын автоматты басқару жүйесі орнатылды. Жүйе нақты уақыт режимінде жұмыс істеді, деректерді әр 30 секунд сайын жинап, MQTT протоколы арқылы серверге жіберді.

Эксперимент нәтижелері DHT11 сенсоры жүргізетін өлшеулердің жоғары дәлдігі мен сенімділігін көрсетті. Нәтижелер ашық платформаға айтарлықтай кідіріссіз жіберілді, бұл қосылыстың тұрақтылығын және MQTT протоколының тиімділігін көрсетеді. Rightech IoT ашық платформасы нақты уақыт режимінде температура мен ылғалдылықтың өзгеруін бақылауға мүмкіндік беретін жедел деректерді талдау мен визуализацияны қамтамасыз етті. Осылайша, эксперимент нәтижелері озонатор температурасын автоматты басқару үшін IoT технологияларын пайдаланудың жоғары тиімділігі мен орындылығын растады. Жүйе тұрақты өнімділікті, жоғары өлшеу дәлдігін, энергия тиімділігі қабілетін көрсетті. Болашақта жүйенің функционалдығын кеңейту, қосымша датчиктерді біріктіру және өзгермелі жағдайларға дәлірек бақылау және бейімделу үшін басқару алгоритмдерін жақсарту жоспарлануда.

### 3.6 Жүйенің тиімділігін бағалау

Барлық жүйе компоненттері өзара байланысты болғандықтан, кез келген бөлігі істен шыкса немесе дұрыс жұмыс істемесе, бүкіл құрылғы жұмысын тоқтатады немесе дұрыс жұмыс істемейді және өз функцияларын орындай алмауы мүмкін. Жүйенің сенімділігін бағалау үшін әрбір элементтің істен шығу жылдамдығын түсіну қажет, бұл көрсеткіш жабдықтың жұмыс жағдайларына, механикалық күштерге, қоршаған ортаның температурасына және басқа факторларға байланысты өзгереді; компоненттердің істен шығу қарқындары 3.5-кестеде көрсетілген, мұндағы  $K_3$  - пайдалану коэффициенті, ал жүйенің жалпы істен шығу қарқыны барлық компоненттердің істен шығу қарқындарын жұмыс жағдайы факторларын ескере отыру арқылы анықталады.

$$\lambda_{\text{жүйе}} = \sum \lambda_3 \times K_3 \quad (3.1)$$

Пайдалану коэффициентін келесі формула бойынша анықтай аламыз:

$$K_3 = K_1 \times K_2 \times K_3 \quad (3.2)$$

бұл жерде,  $K_1$  - қолдану коэффициенті (кәсіпорын үшін 2-ге тең);  
 $K_2$  - кедергі әсер ету бойынша коэффициенті (құрылғы үшін 1-ге тең );  
 $K_3$  - атмосфералық қысымның әсер ету коэффициенті (кәсіпорын үшін 1,4-ке тең).

Кесте 3.5 – Істен шығу қарқындары

Құрал	Қолданылады	Сәтсіздік деңгейі , $10^{-6}$ 1/сағ
Микрожабдық	1	0,015
Өлшеу аспабы	1	0,07

Қолдану коэффициентін есептейміз:

$$K_3 = 2 \times 1 \times 1,4 = 2,8$$

Жүйенің істен шығу қарқынын есептейтін болсақ:

$$\lambda_{\text{жүйе}} = (0,15 + 0,07) \times 10^{-6} \times 2,8 = 0,616 \times 10^{-6} \text{ 1/сағ}$$

Құрылғымыздың 365 күн немесе 1 жыл ішінде еш кедергісіз жұмыс істеу шамасы ( $t=8760$  сағат) келесі формуламен анықтаймыз:

$$P(t) = e^{-\lambda_{\text{жүйе}} \times t} \quad (3.3)$$

Істен шығу қарқынының ықтималдығын (3.4) формула бойынша есептеп табамыз:

$$Q(t) = 1 - P(t) \quad (3.4)$$

Формулаға көз жүгіртсек, 1 жыл ішінде кідіріссіз жұмыс істеу ықтималдығын табамыз:

$$P(t) = 1 / e^{8760 \times 0,616 \times 10^{-6}} = 0,99$$

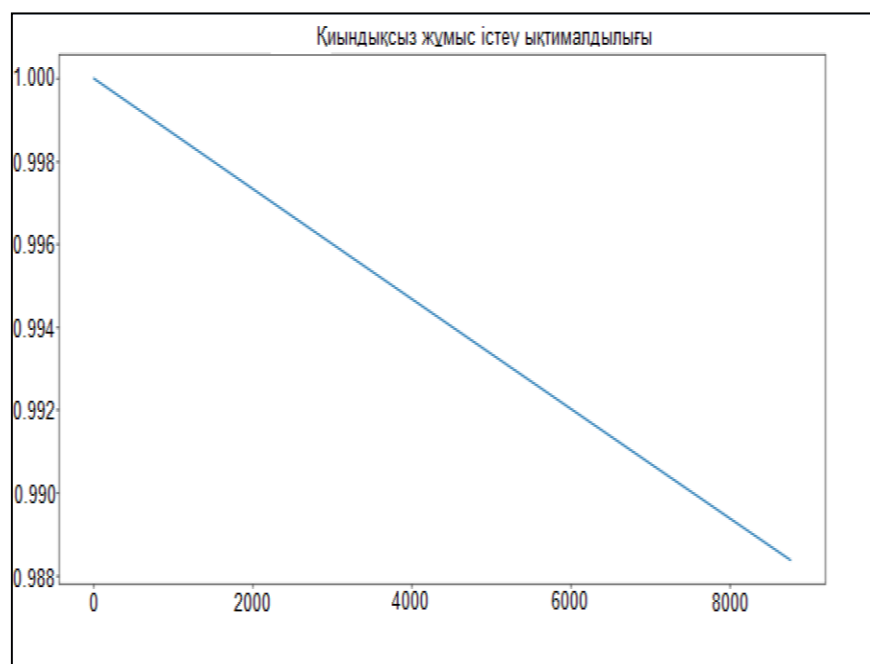
(3.5) формула бойынша сәтсіздік ықтималдығын есептейтін болсақ:

$$Q(t) = 1 - 0,99 = 0,01$$

Жүргізілген есептеулер нәтижелері 3.6-кестеде көрсетілген сондай-ақ 1 жыл бойы кідіріссіз қызмет жасау ықтималдығы уақытқа тәуелділігінің графигін 3.17 суретте бейнеледік.

Кесте 3.6 – Құрылғы сенімділігін есептеу нәтижелері

Берілгені	Таңбасы	Шешімі
Ауыртпалықсыз жұмыс істеу мөлшері	p(t)	0,99
Істен шығу қарқыны	$\lambda$ жүйе	$0,616 \times 10^{-6}$ 1/сағ
Жүйенің өшу ықтималдығы	q(t)	0,02



3.17 сурет – Құрылғының қызмет көрсету көрсеткіші

#### 4 Зерттеу нәтижелерінің ғылыми негіздерін салыстыру және бағалау

IoT технологияларын қолдана отырып, озонатор температурасын автоматты түрде басқару бойынша зерттеу нәтижелері берілген параметрлерді сақтаудың тиімділігі мен дәлдігінде айтарлықтай жақсартуларды көрсетті. Rightech IoT платформасына негізделген жүйе жоғары тұрақтылық пен сенімділікті көрсетті. Деректерді беру үшін MQTT протоколын пайдалану құрылғылар арасындағы жедел және сенімді байланысты қамтамасыз етті, кідірістерді азайтады және тұрақсыз желі қосылымында да тұрақты деректерді беруді қамтамасыз етеді. Эксперименттер NodeMCU 8266 микроконтроллер тақтасын DHT11 температура мен ылғалдылық сенсорымен біріктірді. Бұл компоненттер қоршаған ортаның ағымдағы параметрлерін дәл өлшеуге және оларды әрі қарай талдау және басқару үшін нақты уақыт режимінде ашық платформаға жіберуге мүмкіндік берді. NodeMCU 8266 өзін IoT жүйелерін іске асырудың тиімді және үнемді шешімі ретінде көрсетті, бұл деректерді сол жерде өңдеуге және ашық платформаға жіберуге жеткілікті өңдеу қуатын қамтамасыз етті.

Деректерді өңдеу және талдау үшін Rightech IoT ашық платформасын пайдалану жүйенің икемділігін айтарлықтай жақсартты. Платформа деректерді визуализациялауға және реттелетін басқару алгоритмдерін құруға арналған қуатты құралдарды ұсынды. Бұл берілген температураны тұрақты ұстап тұруды қамтамасыз ететін және жүйенің жалпы өнімділігін жақсартатын алынған мәліметтер негізінде озонатордың жұмысын автоматты түрде реттеуге мүмкіндік берді. Тәжірибелер көрсеткендей, жүйе озонатордың қызып кетуіне немесе гипотермияға жол бермей, температураны бақылау тапсырмаларын тиімді орындайды. DHT11 және NodeMCU 8266 көмегімен жиналған мәліметтер базасында жасалған басқару алгоритмдері өзгеретін жағдайларға жоғары дәлдік пен бейімделуді көрсетті. Бұл әсіресе озонатордың оңтайлы жұмыс жағдайларын сақтау және оның қызмет ету мерзімін ұзарту үшін өте маңызды.

Экономикалық талдау Rightech IoT, MQTT және NodeMCU 8266 негізіндегі IoT технологияларын енгізу операциялық және техникалық қызмет көрсету шығындарының айтарлықтай төмендеуіне әкелетінін растады. Қуатты тұтынуды азайту, жабдықтың жұмысын оңтайландыру және тоқтап қалу уақытын азайту операциялық шығындарды айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік берді. Жүйе пайдаланушылары Rightech IoT платформасында жасалған интуитивті интерфейстің арқасында басқарудың ыңғайлылығы мен қарапайымдылығын атап өтті. Деректер қауіпсіздігі зерттеудің басым бағыттарының бірі болды. Деректерді беру үшін қолданылатын MQTT протоколы кіріктірілген шифрлау және аутентификация механизмдерінің арқасында ақпаратты қорғаудың жоғары деңгейін қамтамасыз етеді.

Жүйе пайдаланушыларының кері байланысы нәтижелерге жоғары қанағаттанушылықты растады. Интуитивті интерфейс және жүйенің жоғары

өнімділігі оны басқаруға ыңғайлы етті және озонаторды басқарудағы қателіктердің ықтималдығын азайтты. Бұл әсіресе сенімділік пен дәлдік өте маңызды өнеркәсіптік қосымшалар үшін өте маңызды. Болашақта қосымша сенсорларды біріктіру және машиналық оқыту негізінде басқару алгоритмдерін жақсарту арқылы жүйенің функционалдығын кеңейту жоспарлануда. Бұл қоршаған орта параметрлерін одан да дәл бақылауға және озонатордың жұмысын өзгертін жағдайларға автоматты түрде бейімдеуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, жүйені басқа өндірістік процестерде пайдалану мүмкіндігі қарастырылады, бұл өнімділікті жақсартуға және әртүрлі салалардағы шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Осылайша, зерттеу нәтижелері озонатор температурасын автоматты түрде басқару үшін Rightech IoT, MQTT, NodeMCU 8266 және DHT11 негізіндегі IoT технологияларын пайдаланудың орындылығын растады. Бұл технологиялар өнеркәсіптік жүйелердің тиімділігін, сенімділігін және үнемділігін арттыру үшін өз әлеуетін көрсетті, оларды әртүрлі салаларда қолдануға жаңа мүмкіндіктер ашты. IoT технологияларын енгізу температуралық режимді бақылау мен бақылауды едәуір жақсартуға мүмкіндік берді, бұл озонатордың тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін өте маңызды. Rightech IoT платформасы үлкен көлемдегі деректерді өңдеуге және нақты болжамдарды қамтамасыз етуге қабілетті қуатты аналитикалық құралдарды ұсынды. MQTT хаттама деректерді жылдам және сенімді тасымалдауды қамтамасыз етті, бұл нақты уақыттағы жүйелер үшін өте маңызды. NodeMCU 8266 IoT қосымшалары үшін сенімді платформа ретінде тиімді екенін дәлелдеді, ал DHT11 сенсоры жоғары өлшеу дәлдігін көрсетті.

#### **4.1 Зерттеу барысындағы қиындықтар мен шешімдер**

IoT технологияларын қолдана отырып, озонатордың температурасын автоматты түрде басқару процесін зерттеу барысында мұқият талдау мен тиімді шешімдерді қажет ететін бірнеше мәселелер туындады. Негізгі мәселелердің бірі құрылғылар арасында, әсіресе тұрақсыз интернет жағдайында сенімді және тұрақты байланыс орнату болды. Бұл мәселені шешу үшін MQTT протоколын пайдалануды қолдайтын Rightech IoT платформасы таңдалды. MQTT тамаша таңдау болды, өйткені ол тұрақсыз қосылым кезінде де деректерді тұрақты тасымалдауды қамтамасыз етеді, кідірістерді азайтады және байланыстың сенімділігін қамтамасыз етеді.

Тағы бір маңызды мәселе жүйенің әртүрлі компоненттерін біріктіру болды. NodeMCU 8266 микроконтроллер тақтасын және DHT11 температура мен ылғалдылық сенсорын пайдалану дәл өлшеуді қамтамасыз ету үшін мұқият баптауды және калибрлеуді қажет етті. Орнату процесінде бағдарламалық жасақтаманың кейбір сәйкессіздіктері анықталды, олар микробағдарламаны жаңарту және әзірлеушілер қауымдастығы қолдайтын

кітапханаларды пайдалану арқылы жойылды. Бұл бүкіл жүйенің тұрақты жұмысына және деректерді дәл жинауға мүмкіндік берді.

Сондай-ақ, сенсорлардан нақты уақыт режимінде келетін деректердің үлкен көлемін өңдеу және сақтау мәселесі анықталды. Бұл мәселені шешу үшін Rightech IoT платформасы ұсынған ашық технологиялар қолданылды. Ашық қызметтер үлкен көлемдегі деректерді өңдеу үшін қажетті масштабтауды және жоғары өнімділікті қамтамасыз етті. Сонымен қатар, ашық технологияларды қолдану деректерді талдау және басқару алгоритмдерін құру процесін едәуір жеңілдетті.

Жүйенің қуат тұтынуы, әсіресе ұзақ мерзімді үздіксіз жұмыс жағдайында тағы бір мәселе болды. Зерттеу энергияны тұтынуды азайту үшін басқару алгоритмдерін оңтайландырды, сонымен қатар жүйенің автономиясын қамтамасыз ету үшін күн панельдері сияқты балама қуат көздерін қарастыруды ұсынады. Бұл шешім энергиямен жабдықтау шығындарын едәуір азайтуға және жүйенің жалпы тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Әр түрлі құрылғылар мен платформалардың үйлесімділігі мәселесін шешу де назар аударуды қажет етті. Әртүрлі сенсорлар мен контроллерлерді біріктіру процесінде деректер протоколдары мен пішімдеріндегі айырмашылықтарға байланысты қиындықтар туындады. Осы қиындықтарды жеңу үшін жүйенің әртүрлі компоненттері арасындағы үйлесімділікті қамтамасыз ететін аралық шлюздер мен деректер түрлендіргіштері жасалды.

Жүргізілген зерттеу мен шешілген мәселелердің нәтижесінде IoT технологиялары негізінде озонатордың температурасын автоматты басқарудың тиімді және сенімді жүйесін құруға мүмкіндік туды. Жұмыс барысында қабылданған шешімдер жүйенің өнімділігін, қауіпсіздігін және ыңғайлылығын едәуір жақсартуға мүмкіндік берді.



## ҚОРЫТЫНДЫ

Осы зерттеу аясында IoT технологияларын қолдана отырып, озонатордың температурасын қашықтан басқарудың бір әдісі зерттелді. Мақсат озонатордың оңтайлы нақты уақыт режимінде жұмысын қолдайтын жүйе тиімділігін құру болды. Зерттеу озонаторларды IoT арқылы қашықтан басқару даму кезеңдерін анықтады. Озонаторларды қашықтан басқару процестеріне IoT технологияларын енгізу ауаны сонымен қатар суды тазарту әдісінің тиімділігі мен тұрақтылығын арттыру жолында маңызды қадам деп алсақ болады. Бұл саладағы болашақ зерттеулер техникалық жауапкершілік пен дәлдікті тиімді үйлестіретін инновациялық шешімдерге ұласуы болатыны сөзсіз. IoT идеясы нақты әлемде бірегей құрылғылар арасында автономды ақпарат алмасуды қамтамасыз ету. Осы зерттеулердің нәтижелері болашақта жаңа әдістерді жетілдіру үшін негіз бола алады. Осы диссертацияның қорытындысы бойынша IoT технологияларын қолдана отырып, қашықтағы озонатордың температурасын автоматты басқару процесін зерттеу қорытындысы шығарылды. Зерттеу микроконтроллерлерді, температура сенсорларын және деректерді жинауға, талдауға және шешім қабылдауға арналған бағдарламалық жасақтаманы қамтитын жүйенің тұжырымдамалық моделін жасады. Қолданыстағы шешімдер мен технологияларды талдау IoT-ті озонаторды басқару жүйесіне біріктіру тиімді озондау процесі үшін қажетті оңтайлы температура жағдайларын бақылау мен сақтауды айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік беретінін көрсетті. Ұсынылған шешімдер мен модельдер қоршаған орта параметрлерін дәл бақылауды қажет ететін әртүрлі салаларда температураны автоматты басқару жүйелерін одан әрі дамыту және практикалық енгізу үшін пайдаланылуы мүмкін.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Смайлов Н. и др. Улучшение точности пеленгации с реконструкцией сигнала // Вестник техн. пред. – 2023. – Т. 125, № 9. DOI 10.15587/1729-4061.2023.288397.
2. Сабиболда А. и др. Повышение точности и скорости цифрового спектрально-корреляционного метода измерения задержки радиосигналов и пеленгации // Вестник техн. пред. – 2022. – Т. 1, № 9. – С. 115. DOI 10.15587/1729-4061.2022.252561.
3. Абдыкадыров А. А. и др. Исследование эффективности озонатора ETRO-02 на основе коронного разряда//2020 Международная молодежная конференция по радиоэлектронике, электротехнике и энергетике (REEPE). – IEEE, 2020. – С. 1-5. DOI 10.1109/REEPE49198.2020.9059150.
4. Абдыкадыров А. и др. Исследование эффективности озонатора в процессе очистки воды на основе коронного разряда // Журнал экологической инженерии. – 2023. – Т. 24, № 2. DOI 10.12911/22998993/156610.
5. Абдыкадыров А. и др. Озонирование и сорбционная фильтрация загрязненных вод // Журн. упр. окр. средой и туризма. – 2023. – Т. 14, № 3. – С. 811-822. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1133155>
6. Абдыкадыров А. и др. Изучение процесса уничтожения вредных микроорганизмов в воде // Water. – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 503. DOI 10.3390/w15030503.
7. Абдыкадыров А. А. и др. Исследование процесса дезинфекции и очистки питьевой воды с использованием установки ETRO-02 на основе высокочастотного коронного разряда // 2021 Международная молодежная конференция по радиоэлектронике, электротехнике и энергетике (REEPE). – IEEE, 2021. – С. 1-4. DOI 10.1109/REEPE51337.2021.9388046.
8. Кожаспаев Н. К. и др. Опыт применения озоновой технологии для очистки сточных вод в регионе Кумкуль, Казахстан // Журнал промышленного контроля загрязнений. – 2016. – Т. 32, № 2. – С. 486-489.
9. Исследование процесса очистки железосодержащих водных растворов с использованием озоновой технологии // Water Conservation and Management. – 2023. – Т. 7, № 2. – С. 148-157. DOI 10.26480/wcm.02.2023.148.157.
10. Процесс определения поверхностных вод ультрафиолетовым излучением // Water Conservation and Management. – 2023. – Т. 7, № 2. – С. 158-167. DOI 10.26480/wcm.02.2023.158.167.
11. MQTT and Modbus: Comparison of Protocols Used in IoT Gateways [Electronic Resource]//Publication by Intel on habr.com. 2016.<https://habr.com/ru/company/intel/blog/304228/>
12. What is MQTT and Why is it Needed in IoT? Description of the MQTT Protocol [Electronic Resource]//Article by IPC2U. 2016. Available at: [Link](<https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/chto-takoe-mqtt/>).

13. Довгаль В. А., Довгаль Д. В. Управление ресурсами в Интернете Вещей // Дистанционные образовательные технологии: материалы II Всерос. науч.- практ. конф., г. Ялта, 2017 г. Симферополь: АРИАЛ, 2017. С. 168–173.
14. Druginsky V.L., Alexeeva L.P., Samoylovich V.G. Ozonation in Water Purification. Moscow 2007г.
15. Matus V.K., Kaler G.V., Melnikova L.K. et al. Influence of Ozonation on Fruit Covering Tissues and Gas Exchange // All-Union Conference on Electron-Ion Technology: Abstracts. Tbilisi. – pp. 179-180.
16. Иманкулова Б.Б. Проблемы передачи данных в системах учета энергоресурсов // Вестник КБТУ, 2019, т. 16, вып. 3, с. 249-252.
17. A Standard-Based Internet of Things Platform and Data Flow Modeling for Smart Environmental Monitoring, 2021 Jun 20.doi:10.3390/s21124228
18. Kolodyaznaya V.S., Suponina T.A. Food Storage Using Ozone // Refrigeration Technology. – № 6. – pp. 39-41.
19. Belykh I.A., Vysekantsev I.P., Grek A.M., Sakun A.V., Marushchenko V.V. Toxic Effects of Ozone on Escherichia coli. – 2009. – № 1. – pp. 48-53.
20. Trockaya T.P., Litvinchuk A.A., Mironov A.M., Khilko E.B., Rachkovskaya A.I. Energy-Saving Disinfection Technology for Food Industry Equipment. Materials of the III International Scientific-Technical Conference "Agricultural Energy in the 21st Century", 2005. – pp. 21-23.
21. Каприо В., Линьола П.Г., Инсоле А. Оценка озона методом термического разложения // Аналит. химия. – Т. 52, № 7. – С. 1123-1125.
22. Skog L. J. Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage. L. J. Skog, C. L. Chu, 2001. Can. J. Plant Sci. 81: P. 773–778.
23. Bologna M.K., Litinsky G.A. Electroantiseptics in the Food Industry. – Shtinitsa Publishing, 180 p.
24. Rodenkov E.V. Automation of PET Bottle Disinfection with Ozone (Beer Bottling Example). Ph.D. Thesis, Moscow, 2005. – 135 p.
25. Maemerov M.M. Ion-Ozone Treatment of Wheat Grain. Ph.D. Thesis, Almaty, 2009. – 228 p.
26. Ozone Concentration Control System in Beehives. KubSAU Scientific Journal, Krasnodar. – pp. 127-133
27. Agroekologicheskaya otsenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftov sistem zemledeliia i agrotekhnologii / Pod red. akademika RASKhN V. I. Kiriushina i akademika RASKhN A. L. Ivanova. FGNU «Rosinformagrotekh». M.: 2005. 794 p.
28. Mamin V.F., Komarova O.P. Metodologicheskie podkhody k vedeniiu dolgovremennogo monitoringa oroshaemykh agrolandshaftov / VNIIOZ. Volgograd, 2017. pp. 145-150
29. Довгаль В. А., Довгаль Д. В. Управление ресурсами в Интернете Вещей // Дистанционные образовательные технологии: материалы II Всерос. науч.- практ. конф., г. Ялта, 2017 г. Симферополь: АРИАЛ, 2017. С. 168–173.
30. Корнел К. Роль Интернета Вещей для непрерывного совершенствования в образовании. Hiperion. Стр. 25–31, 2015.

31. Wang, C. An All-Silk-Derived Dual-Mode E-Skin for Simultaneous Temperature—Pressure Detection. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 39484–39492. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
32. Son, D.; Lee, J.; Qiao, S.; Ghaffari, R.; Kim, J.; Lee, J.E.; Song, C.; Kim, S.J.; Lee, D.J.; Jun, S.W.; et al. Multifunctional wearable devices for diagnosis and therapy of movement disorders. *Nat. Nanotechnol.* 2014, 9, 397. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
33. P. Domingues, P. Carreira, W. Kastner, “Building automation systems: Review” *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 45, pp. 1–12, 2016.
34. J. Bhatt, “Design and development of wired building automation systems,” *Energy Build.*, vol. 103, pp. 396–413, 2015.
35. M. Brambley, P. Haves, P. Torcellini, and D. Hansen, *Advanced Sensors and Controls for Building Applications: Market Assessment and Potential R & D Pathways*, Pacific Northwest Natl. Lab., no. April, p. 162, 2005.
36. S. Ahmadi-Karvigh, B. Becerik-Gerber, and L. Soibelman, One size does not fit all//*Energy Build.*, vol. 145, pp. 163–173, 2017.
37. Рожкова Ж. Интернет вещей: прогнозы по развитию рынка [Электронный ресурс]. – URL: [https:// www.likeni.ru/analytics/internet-veshchey-prognozy-po-razvitiyu-rynka](https://www.likeni.ru/analytics/internet-veshchey-prognozy-po-razvitiyu-rynka).
38. Неменуцкая Л. А. Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции / Л. А. Неменуцкая, Н. М. Степанищева, Д. М. Соломатин: науч. аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009.
39. Onlinereview: <https://ekonow.ru/primenenie/ozonirovanie/sel-hozyaistvo/ovoshchehranilishche/>
40. Gutiérrez, S., Rocha, R., Estrada, E., Rendón, D., Eslava, G., Aguilera, L., Rodrigo, P., & Solanki, V. K. (2021). Different Platforms Using Internet of Things for Monitoring and Control Temperature. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 13(1), 795-803. [DOI:10.1007/978-981-15-7527-3\_75]
41. IoT Privacy and Security: Challenges and Solutions, *Appl. Sci.* 2020, 10(12), 4102; <https://doi.org/10.3390/app10124102>
42. <https://www.pranaair.com/ru/blog/air-quality-monitoring-in-a-smart-city/> [https://info.aues.kz/2020/iteet/iebt/umbetali\\_AUES.pdf](https://info.aues.kz/2020/iteet/iebt/umbetali_AUES.pdf)
43. Законодательные нормативные требования в отношении чистоты хозяйственно-питьевой воды и обработки сточных вод. *Reinheitsanspruch: Regelungen zur Brauchwasser- und Abwasseraufbereitung / Zintel Peter // Getranke-Ind.*. – 1996. – Т. 50, вып. 12. – С. 857-858.
44. Водоподготовка в Европе и в Северной Америке. *Water treatment in Europe and North America / Crowley F.W., Packham R.F. // IWEM'92/ Birmingham, 28-30 Apr., 1992. – London, 1992. – С. 2/1-2/20.*
45. Мамонтова Л.М. Основы микробиологического мониторинга водных экосистем и контроля питьевой воды: дис. ... док. биол. наук: 03.00.16. – Защищена 19980625. – Иркутск, 1998. – 237 с. Инв. № ГР 05980002386.

46. Разработка технологий глубокой очистки загрязненных вод и газовых выбросов на основе новых высокоэффективных генераторов озона: отчет о НИР / Моск. энерг. ин-т: рук. Верещагин И.П. – Москва, 1993. – 34с. – № ГР 02930003208.

47. Гигиеническая характеристика и оптимизация работы сооружений очистки сточных вод сельских населенных мест (ИК без отчета) / Сарат. НИИ сел.гигиены: рук. Спирин В.Ф. – 1993. – № ГР 03930003589.

48. Боканова А.А. Разработка способов и устройств для озонной очистки и обеззараживания воды: Алматы, 2002. – Инв.№ 0402РК00131.

49. Качество воды и проблема охраны здоровья населения // Второй международный конгресс, Вода: экология и технология, тез. докл. – М., 1996.

50. Сличенко А.В., Кульский Л.А., Мацкевич Е.С. Современное состояние методов окисления примесей воды и перспективы хлорирования // Химия и технология воды. – 1990. – Т. 12. – № 4.

51. Kryshi I.R. Disinfection of drinking water // Gesundheits Ingcnieur. – 1985. – V. 106. – № 1.

52. Русанова Н.А. К вопросу о повышении эпидбезопасности питьевой воды в отношении энтеровирусов и лямблий // «Вода: экология и технология»: тез. докл. 2-го междунар. конгр. – М., 1996

53. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Роговец А.И., Ческис А.Б. Новые нормативные документы по контролю качества питьевой воды // Водоснабжение и сан. техника. – 1995. – №2.

54. Sommer R. Inaktivation of viruses by UV-irradiation // Wiener Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewasser. – 1993. – S.112.

55. Апельцина Е.И., Алексеева Л.П., Черская Н.О. Проблемы озонирования при подготовке питьевой воды // Водоснабжение и сан. техника, 1992. – №4.

56. Маркеева А. В. Интернет вещей (IoT): возможности и угрозы для современных организаций – Москва, 2016.

57. Лочкарева Т. Г. Интернет вещей–Челябинск: Инновационная наука, 2016.

58. Тихвинский В.О., Бочечка Г.С., Нургожин Б.И., Айтмагамбетов А.З. Сети IoT/M2M: технологии, приложения и регулирование – Алматы: АкШагыл, 2016.

59. Токтабаев К. Интернет вещей в РК // kapital.kz: Центр деловой информации. 2017. URL: <https://kapital.kz/economic /64083/internet-veshchey-vrk-real-nost-ili-nesbytochnaya-mechta.html> (дата обращения: 05.05.2024).

60. Новости Orion. M2M. Интернет вещей в Казахстане // orion-m2m.com: Комплексные решения Интернета вещей IoT. URL: <https://orion-m2m.kz/news/2020/06112020/> (дата обращения: 05.05.2024).

61. Как развивается одна из крупнейших ИКТ компаний в мире // kursiv.kz.: URL: <https://kursiv.kz/news/kompanii/2020-04/kak-razvivaetsya-odna-iz-krupneyshikh-ikt-kompaniy-v-mire> (дата обращения: 05.05.2024).

62. IoT Forum Kazakhstan 2019: Тренды в сфере Интернета вещей // kursiv.kz: URL: <https://kursiv.kz/news/kompanii/2019-12/iot-forum-kazakhstan-2019-kakie-trendy-ozhidat-kazakhstancam-v-sfere>(дата обращения: 05.05.2024).

Керей Ернұрдың  
«Интернет заттары көмегімен қашықтан озонатордың температурасын автоматты  
басқару үрдісін зерттеу» тақырыбындағы  
Магистрлік диссертациясына  
**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ**  
**СЫН ПІКІРІ**

7M06201 – «Телекоммуникация»

Диссертация авторы қолданыстағы технологияларға мұқият талдау жүргізіп, IoT-ты пайдаланып нақты уақыт режимінде температураны дәл бақылауға және басқаруға мүмкіндік жасайтын шешімді ұсынып отыр. Қазіргі уақытта қашықтан құрылғыларды басқару және бақылау өзекті болып табылады. Керей Ернұрдың магистрлік диссертациясы қазіргі таңдағы өзекті және маңызды тақырыптардың бірі, магистрлік диссертациясы заттар интернеті (IoT) технологиялары арқылы озонатордың температурасын автоматты түрде басқару процесін зерттеу қазіргі таңда өзекті болып табылады.

Жұмыстың теориялық бөлігінде Керей Ернұр ғылыми әдебиеттердің кең спектріне сүйене отырып, құрылғыны зерттеу және әзірлеу әдістерін таңдауды негіздейді. Жұмыста жиналған эмпирикалық материал теориялық болжамдарды жеткілікті түрде растайды және құрылғының сынақ нәтижелері оның тиімділігін көрсетеді.

Қолданыстағы шешімдер мен технологияларды талдау IoT-ті озонаторды басқару жүйесіне біріктіру тиімді озондау процесі үшін қажетті оңтайлы температура жағдайларын бақылау мен сақтауды айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Интернет заттарының идеясы нақты әлемде бірегей құрылғылар арасында автономды ақпарат алмасуды қамтамасыз ету. Осы зерттеулердің нәтижелері болашақта жаңа әдістерді жетілдіру үшін негіз бола алады.

Дегенмен, жұмысты одан әрі жетілдіру үшін қосымша эксперименталды сынақтар жүргізу және құрылғының дәлдігін арттыруға бағытталған ұсыныстарды енгізу маңызды болар еді.

**Жұмыс бағасы**

Керей Ернұрдың магистрлік диссертациясы жақсы орындалған және құрылғы жақсы жобаланған. Құрылғы барлық талаптарға сай және адамдарға көмектесу үшін қосқан құнды үлесін білдіреді және жоғары бағаға лайық. Жұмыс кәсіби деңгейде орындалды және телекоммуникация саласындағы магистрлік диссертацияларға қойылатын барлық талаптарға сәйкес келеді. Магистрлік диссертация өте жақсы (А, 95%) деп бағаланып, магистрант Керей Ернұр 7M06201 – Телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша «техника ғылымдарының магистрі» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші  
Қауымдастырылған  
профессор, ЭТЖҒТ каф.  
Т.А.Ж.  
  
Абдымакдыров А.А.  
(қолы)МӨР

« 05 » 06 2024 ж

7M06201 – «Телекоммуникация» мамандығының магистранты

Керей Ернұр  
магистрлік диссертациясына

## СЫН ПІКІР

Тақырыбы: Интернет заттары көмегімен қашықтан озонатордың температурасын автоматты басқару үрдісін зерттеу

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Керей Ернұрдың магистрлік диссертациясы қазіргі таңдағы өзекті және маңызды тақырыптардың бірі, магистрлік диссертациясы заттар интернеті (IoT) технологиялары арқылы озонатордың температурасын автоматты түрде басқару процесін зерттеу қазіргі таңда өзекті болып табылады.

Диссертация авторы қолданыстағы технологияларға мұқият талдау жүргізіп, IoT-ты пайдаланып нақты уақыт режимінде температураны дәл бақылауға және басқаруға мүмкіндік жасайтын шешімді ұсынып отыр. Қазіргі уақытта қашықтан құрылғыларды басқару және бақылау өзекті болып табылады.

Жұмыстың теориялық бөлігінде Ернұр ғылыми әдебиеттердің кең спектріне сүйене отырып, құрылғыны зерттеу және әзірлеу әдістерін таңдауды негіздейді. Жұмыста жиналған эмпирикалық материал теориялық болжамдарды жеткілікті түрде растайды және құрылғының сынақ нәтижелері оның тиімділігін көрсетеді.

Дегенмен, жұмысты одан әрі жетілдіру үшін қосымша эксперименталды сынақтар жүргізу және құрылғының дәлдігін арттыруға бағытталған ұсыныстарды енгізу маңызды болар еді.

### ЖҰМЫС БАҒАСЫ

Керей Ернұрдың магистрлік диссертациясы жақсы орындалған және құрылғы жақсы жобаланған. Құрылғы барлық талаптарға сай және адамдарға көмектесу үшін қосқан құнды үлесін білдіреді және жоғары бағаға лайық. Жұмыс кәсіби деңгейде орындалды және телекоммуникация саласындағы магистрлік диссертацияларға қойылатын барлық талаптарға сәйкес келеді.

Магистрлік диссертация **өте жақсы** (А, 95%) деп бағаланып, магистрант Керей Ернұр Аманқосұлы 7M06201 – Телекоммуникация мамандығы бойынша «техника ғылымдарының магистрі» академиялық дәрежесіне ұсынылады.



Сын пікір беруші

(қолы) МӨР

« 08 » шомп 2024 ж

PhD доктор, ғылым жөніндегі проректор,  
Қазақ технология және бизнес университеті,  
қауымдастырылған профессор  
Жамангарин Дусмат Саматұлы





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

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

**Автор: Керей Ернұр Аманқосұлы**

**Тақырыбы: Интернет заттары көмегімен қашықтан озонатордың температурасын автоматты басқару үрдісін зерттеу**

**Жетекшісі: Асқар Абдықадыров**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 7.1**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.1**

**Дәйексөз (35): 0.5**

**Әріптерді ауыстыру: 12**

**Аралықтар: 5**

**Шағын кеңістіктер: 3**

**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:**

13.06.2024  
Күні

Кафедра меңгерушісі



## Протокол

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

**Автор:** Керей Ернұр Аманқосулы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Интернет заттары көмегімен қашықтан озонатордың температурасын автоматты басқару үрдісін зерттеу

**Научный руководитель:** Асқар Абдыкадыров

**Коэффициент Подобия 1:** 7.1

**Коэффициент Подобия 2:** 2.1

**Микропробелы:** 3

**Знаки из других алфавитов:** 12

**Интервалы:** 5

**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:

13.06.2024  
Дата

Заведующий кафедрой



## Протокол

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

**Автор:** Керей Ернұр Аманқосулы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Интернет заттары көмегімен қашықтан озонатордың температурасын автоматты басқару үрдісін зерттеу

**Научный руководитель:** Асқар Абдыкадыров

**Коэффициент Подобия 1:** 7.1

**Коэффициент Подобия 2:** 2.1

**Микропробелы:** 3

**Знаки из других алфавитов:** 12

**Интервалы:** 5

**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:

13.06.2024.  
Дата



проверяющий эксперт