ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Коммерциялық емес акционерлік қоғам
Ғұмарбек Даукеев атындағы
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
Ғарыштық инженерия және телекоммуникация институты
Электроника және Робототехника кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі
доцент Чигамбаев Т.О.
_____
«___» _____ 2020ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «LoRaWAN технологиялары негізінде ауа сапасын бақылау құрылғысын жасау»
Мамандығы: 5В071600 – Аспап жасау
Орындаған:Құмартаева Н.Б. Тобы: ПСк-16-1
Ғылыми жетекшісі: д.т.н., профессор Бахтаев Ш.А.
Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
доцент Боканова Г.Ш.
_____ «___» _____ 2020ж.
(қолы)
өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Абикенова А.А.
_____ «___» _____ 2020ж.
(қолы)
есептеу техникасын қолдану бойынша:
д.т.н., профессор Бахтаев Ш.А. _____ «___» _____ 2020ж.
(қолы)
Норма бақылаушы: _____
(ғылыми дәрежесі, лауазымы, Т.А.Ж.)

Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, лауазымы, Т.А.Ж.)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Коммерциялық емес акционерлік қоғам
Ғұмарбек Даукеев атындағы
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»

Ғарыштық техника және телекоммуникация институты
«Электроника және робототехника» кафедрасы
Мамандығы: 5В071600 – Аспап жасау

Диплом жұмысқа орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Құмартаева Назерке Бейбітқызы

Жұмыстың тақырыбы: «LoRaWAN технологиялары негізінде ауа сапасын бақылау құрылғысын жасау»

20__ ж. «__» ____ №___ университет бұйрығымен бекітілді

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі _____ «___» _____ 2020ж.

Жұмысқа алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жұмыс) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):

1. LoRaWAN технологиясын зерттеу және жұмыс жасау принципін түсіну.

2. Құрастыру, бағдарламалау және алгоритмін әзірлеу.

3. Жұмысқа қабілеттілігін тексеру.

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:

Әзірленген ауа сапасын бақылау құрылғысына келесі мәселелер тізімі қойылады:

1) радиоэлементтерді басқару жүйесін әзірлеу;
2) бағдарламалық ортасын жасау;
3) LoRaWAN технологиясын желіде тексеру.

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:

1. LoRaWAN технологиясының архитектурасы

2. Бағдарламаның блок схемасы.

3. Proteus бағдарласында проектті жасап, дәлелдеу.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1. Моргунов В.К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений. Новосибирск, 2005.-131 б.

2. http://www.iksmedia.ru/articles/5573226-Set-LoRaWAN-bezopasnost-obespechiva.html#ixzz6Ii7imc8o

3. https://lora-alliance.org/resource-hub/rp2-101-lorawanr-regional-parameters11

Жұмыс бойынша бөлімдеріне қатысы белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономикалық бөлім	Доц. Боканова Г.Ш.	16.04-3.05.2020 ж.	
Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі бөлімі	Доц. Абикенова А.А.	12.04-21.04.2020 ж.	

Дипломдық жұмысының дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну	Ескерту
1. Жүйенің жұмыс жасау принциптері	2.03.2020 ж.	
2. Ардуино микроконтроллеріне шолу	7.03.2020 ж.	
3. Жабдықтарды таңдау	23.03.2020 ж.	
4. Жобаға қажет құрылғылар мен радиобөлшектер	4.04.2020 ж.	
5. Бағдарламамен қамтамасыз ету	29.04.2020 ж.	

Тапсырманың берілген уақыты «___» _____ 2020ж.

Кафедра меңгерушісі: _____ (Чигамбаев Т.О.)
(қолы)

Жұмыстың ғылыми жетекшісі: _____ (Бахтаев Ш.А.)
(қолы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент: _____ (Құмартаева Н.Б..)
(қолы)

Аңдатпа

Дипломдық жобаның тақырыбы: «LoRaWAN технологиялары негізінде ауа сапасын бақылау құрылғысын жасау».

Дипломдық жұмыста Қазақстандағы ауа сапасы мәселесі талданды және LoRaWAN технологиясының Қазақстандық спецификациясы қарастырылды. Ауа сапасын бақылайтын аспапты жобалау, компоненттерді таңдау және бағдарламау жұмыстары көрсетілді. Сонымен қатар экономикалық тиімдлігі және қоршаған ортаны қорғауға қатысты мәселелері қарастырылды.

Аннотация

Темой дипломного проекта является «Разработка устройства мониторинга качество воздуха на базе технологий LoRaWAN».

В диссертации анализируется проблема качества воздуха в Казахстане и рассматривается казахстанская спецификация технологии LoRaWAN. Был продемонстрирован дизайн, выбор и программирование устройств контролякачества воздуха. Были также рассмотрены вопросы, связанные с экономической эффективностью и охраной окружающей среды.

Annotation

The theme of the diploma project is “Development of an air quality monitoring device based on LoRaWAN technologies”.

The dissertation analyzes the problem of air quality in Kazakhstan and considers the Kazakhstan specification of LoRaWAN technology. The design, selection and programming of air quality control devices was demonstrated. Issues related to cost-effectiveness and environmental protection were also considered.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Ауаның ластануы Қазақстандағы жағдайы 9
2 Датчиктердің классификациясы 12
3 Датчиктерге қойылатын талаптар 13
3.1 Ауа сапасының датчиктері 14
3.1.1 NDIR датчиктері 15
3.1.2 Электрохимиялық датчиктер 16
3.1.3 Электроакустикалық датчиктер 16
4 LoRaWAN технологиясы 18
4.1 LoRaWAN желісінің архитектурасы 18
4.2 KZ865-868 МГц стандартты спецификациясы 20
4.2.1 KZ865-868 кіріспе форматы 20
4.2.2 KZ865-868 каналының жиіліктері 20
4.2.3 KZ865-868 Деректер жиілігін және соңғы құрылғының шығу қуатын кодтау 21
4.2.4 JoinAccept CFList 22
4.2.5 LinkAdrReq командасы 22
4.2.6 Максимальді жүктеме мөлшері 23
4.2.7 Терезелерді қабылдау 24
4.2.8 B класы beacon және әдепкі бойынша ажырату каналы 24
4.2.9 Әдепкі параметрлері 24
5 Ауа сапасын өлшеу датчигін әзірлеу 26
5.1 Ауа сапасын өлшеу датчигіне компоненттер таңдау және принципиальдық сұлбасы 26
5.2 Датчиктің жұмыс жасау алгоритмі 32
6 Құрылғының бағдарламасын жасау 34
6.1 Arduino IDE бағдарламасын жасау ортасы 34
6.2 Құрылғыны бағдарламалау қадамдары 34
7. Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі 38
7.1 Қарастырылатын мәселелер 38

7.2 Датчиктің радиосигналының (LoRaWAN) адам организіміне қауіпсіздігін тексеру 39
7.3 Сервер және оператор бөлмесінің жұмыс жағдайының талдауы 42
7.4.1 Автоматты өрт сөндіру жабдығын таңдау 45
7.4.2 Сушашқыш қондырғысын орналастыру 47
7.5 Бөлмені табиғи жарықтандырудың есебі 47
8 Экономикалық есептеу бөлімі 51
8.2 Жобалау мен жинаудың еңбек сыйымдылығы мен ұзақтығын есептеу 52
8.3 Жұмысшылар жалақысымен әлеуметтік аударымдарды есептеу..... 53
8.4 Аспапты жасауға кеткен материалдық шығындарды есептеу 54
8.5 Аспаптың амортизациясын және өзіндік құнын есептеу 57
8.6 Игеру саласындағы жылдық бір жолғы шығындар есебі 59
8.7 Жобаның тиімділігін бағалау..... 61
Қорытынды 63
Әдебиеттер тізімі..... 64

Кіріспе

Қазіргі таңда әлемде, елімізде экологиялық жағдай өршіп тұр. Әрбір экологияның төмендеуі қоршаған ортадағы тірі организмдерге әсері күшей түседі. Өзіміз тұрып жатқан Алматы қаласының өзінде ауаның ластануы жоғары деңгейде.

Жұмыстың өзектілігі: Жоғарыда атап өткен ауа сапасының төмендеуіне сәкес оны бақылау маңызды сұрақтардың бірі болғандықтан осы салада зерттеулер жүргізу өзекті мәселе болып отыр.

Жұмыстың мақсаты: Жұмыс орындау барысында ауа сапасын тексеретін датчикті әзірлеу және жаңа технологияны қолдану арқылы мәліметтерді ұзақ қашықтыққа жіберу.

Бұл диломдық жұмыста Қазақстандағы ауа ластану жағдайын қарастыра отырып соған сәкес аппараттық-программалық кешен әзірленеді.

Датчик дегеніміз - сыртқы әсерлерді қабылдайтын және электрлік сигналдарды өзгерту арқылы оларды реттейтін құрылғы. Датчиктердің мақсаты - нақты, сыртқы физикалық әсерге реакция және оны өлшеу тізбектерімен біріктірілген электрлік сигналға айналдыру. Басқаша айтқанда, сенсор физикалық шаманың (көбінесе электрлік емес) электрлік сигналға түрлендірушісі деп айта аламыз.

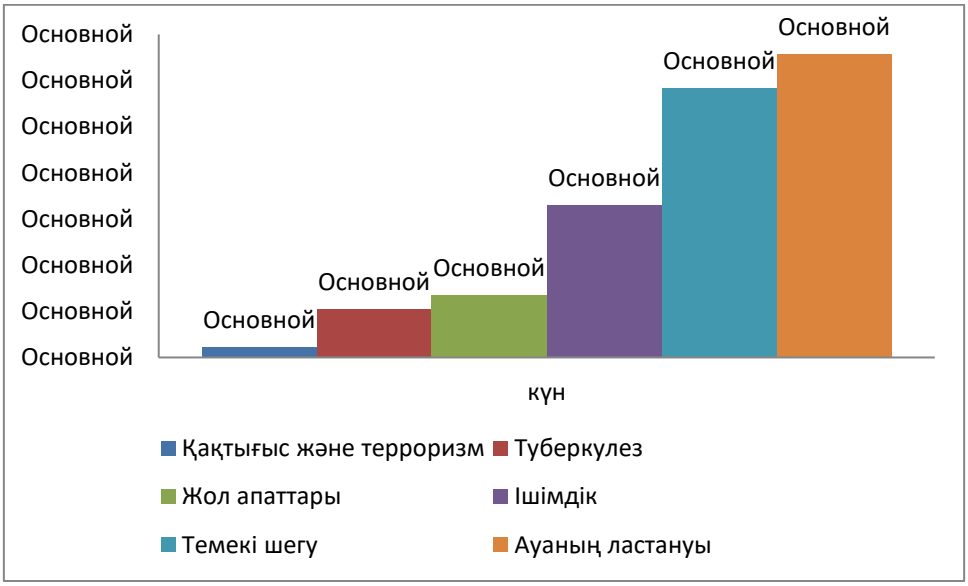
«Электр сигналы» термині электрондық құрылғылардың көмегімен түрлендірілетін, мысалы, күшейтілген немесе электр беру желісі арқылы берілетін сигналды білдіреді. Датчиктердің шығу сигналдары кернеу, ток немесе заряд болуы мүмкін, олар келесі сипаттамалармен сипатталады: амплитудасы, жиілігі, фазасы немесе цифрлық коды. Бұл мүмкіндіктер жиынтығы шығару форматы деп аталады. Осылайша, әр сенсор шығыс параметрлерінің жиынтығымен (кез-келген физикалық сипаттағы) және электрлік шығыс параметрлерінің жиынтығымен сипатталады.

Кез-келген сенсор - энергия түрлендіргіші. Өлшенетін шаманың түріне қарамастан, энергия әрқашан зерттелетін объектіден сенсорға беріледі. Сенсордың жұмысы ақпарат берудің ерекше жағдайы болып табылады, және кез-келген ақпарат беру энергияны берумен байланысты. Энергияны тасымалдау екі бағытта жүруі мүмкін, яғни. ол оң немесе теріс болуы мүмкін, мысалы, энергия объектіден сенсорға, және, керісінше, сенсордан объектке берілуі мүмкін.

1 Ауаның ластануы Қазақстандағы жағдайы

Чикаго университетінің ғалымдары Дүниежүзілік экономикалық форумның есебіне сәйкес ауаның ластануы темекі шегу, алкоголь, есірткі, безгек, СПИД және терроризмнен өлім саны бойынша көшбасшы екенін анықтады. Орташа алғанда, ластанған ауа планетадағы әрбір адамның өмірін 1,8 жылға қысқартады.

Ерте өлімнің негізгі себептерінің бірі болып саналатын темекі шегу ауа сапасының нашарлығынан гөрі өмір сүру ұзақтығына аз әсер етеді.

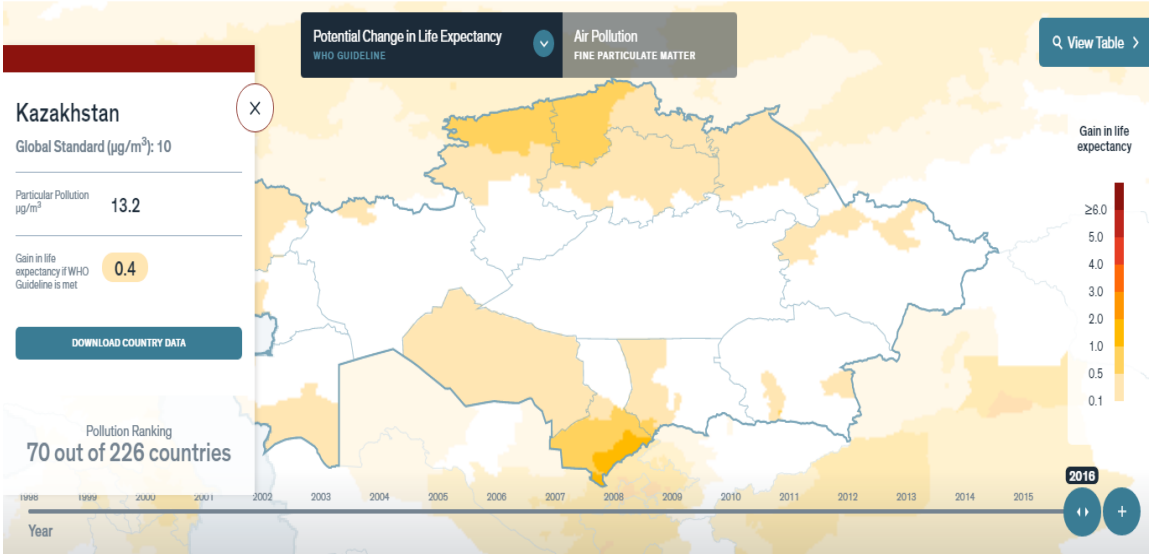


1.1 сурет – Бір адамға орташа өмір сүру ұзақтығы

Чикаго университетінің зерттеушілері Үндістанның кейбір бөліктерінде ауаның жоғары ластануынан адамдар 11 жыл өмірін жоғалтып жатқанын анықтады. Ғалымдар ауа сапасының индексін бақылайтын веб-сайтты іске қосты. Онда ауа сапасының нашарлығынан өмір сүру ұзақтығы, тұратын аймағына байланысты, қанша жылға қысқаратынын көруге болады.

Ауаның зиянды бөлшектермен ластану деңгейі әдетте текше метрге микрограммемен өлшенеді. Осы учаске бойынша, Қазақстандағы ауаның ластану деңгейі рұқсат етілген нормадан сәл жоғары - 10 мкг/м^3 және 13 мкг/м^3 құрайды.

Ауаның ластануы орташа алғанда қазақстандықтардың өмір сүру ұзақтығын 0,4 жылға қысқартады. Түркістан облысындағы ауа сапасының нашар жағдайы - бұл жерде ауаның ластану деңгейі екі еседен көп және 20,4 мкг/м^3 құрайды.



1.2 сурет – Ауа сапасының ластану индексі

Непал ең нашар экологиясы бар ел болып танылды, онда ауаның ластануы 55,16 мкг/м^3, Үндістан (54,18 мкг/м^3), Бангладеш (53,23 мкг/м^3) және ауаның ластану деңгейі 39,5 бар Қытай. мкг/м^3 құрайды.

Таза ауа Микронезия (0,22 мкг/м^3), Француз Полинезиясы (0,24 мкг/м^3) сияқты аралдың кішігірім штаттарында, сондай-ақ Исландия (1,61 мкг/м^3) және Австралияда, ауаның ластануы жоқ жерлерде. 2,58 мкг/м^3 асады.

Ауаның ластануы - Қазақстандағы ең ірі қаласының басты мәселесі. Алматы гидрометеорологиялық бақылау орталығының мәліметі бойынша, 2011 жылы IZA-5 ауасының ластану индексі 9,2 құрады, бұл елдегі ең жоғары көрсеткіш. Ауаның ластануына ең көп үлес автомобиль көлігі болып табылады. Алматы - бұл көліктер саны көп және көліктердің көптігі бар Қазақстанның халқы ең көп қала, бұл экологиялық жағдайды сөзсіз қиындатады. Жалпы, қалада резидент емес және транзиттік көлік құралдарын есептегенде 700 мыңға жуық көлік құралдары жұмыс істейді. Қолда бар мәліметтерге сәйкес, Алматы аумағына күн сайын кіретін резидент емес көліктердің саны орташа есеппен 90-нан 100 мыңға дейін.

Экологиялық жағдай қолданыстағы ескі автомобильдер паркінің техникалық жағдайымен күрделене түседі (шығарылған жылы 10 жылдан астам), олардың саны тіркелген вагондардың 80,8% құрайды. Қазіргі уақытта 115 мыңнан астам техникалық ескірген автомобильдер бар, олар автомобильдердің жалпы шығарындыларының 70% құрайды. Сонымен бірге барлық тіркелген автомобильдердің 99% -ы жанармай ретінде жанармай қолданады. Төмен сапалы жанар-жағармай материалдарын пайдалану көліктерден атмосфераға зиянды заттардың шығарылуын арттыруға ықпал етеді.[1]

Жылжымалы көздермен (көлік құралдарымен) атмосфералық ауаның ластануын бағалау «Қалалық ауаның ластануын жиынтық есептеуді жүргізу үшін автокөлік құралдарының шығарындыларын анықтау әдістемесі» РН 211.2.02.11-2004 талаптарына сәйкес жасалады. Алматы қаласының ауа бассейнінің экологиялық мониторингін екі ұйым жүзеге асырады:

«Қазгидромет» РМК - бес стационарлық және бес биіктікте бақылау бекеттерінде, Алматы қаласының Мемлекеттік санитарлық-эпидемиологиялық қадағалау департаменті - тұрғын аудандағы және автомобиль жолдарының әртүрлі іріктеу пункттерінде.

Жылжымалы көздерден зиянды заттардың таралуын модельдеу метеорологиялық жағдайда есептік топ үшін (NO_2+SO_2) ШРК>2 бар шоғырлану алаңы Алматы қаласының барлық дерлік тұрғын ауданын қамтиды және оның орталық бөлігінде, маңызды магистральдардың жанында шоғырлану күрт артады. 5-10 дейін, тіпті 25 ШРК мәніне дейін.

Алматы қаласы үшін атмосфералық ауаның негізгі ластаушылары азот диоксиді (NO_2), күкірт диоксиді (SO_2), көміртегі оксиді (CO) және тоқтатылған қатты заттар, ауаның ластануының экологиялық қауіпін негізінен анықтайды және адам денсаулығына кері әсерін тигізеді.

2012 жылы қалада орналасқан стационарлы және жылжымалы шығарындылар көздерінен ауаға ластаушы заттардың шығарындыларының жалпы көлемі 230 мың тоннадан астамды құрады, оның 45 мың тоннасы - қала кәсіпорындары мен ұйымдарының атмосферасына зиянды заттар шығарудың тұрақты көздері. , жеке тұрғын үй секторы және ЖЭО-2.

Ауаның ластануының негізгі стационарлы көзі жылу-энергетикалық кешен болып табылады, олардың шығарындылары қала аумағында орналасқан жылу және электр энергетикалық кәсіпорындар мен өнеркәсіптің тұрақты көздерінен шығарындылар көлемінен асады.

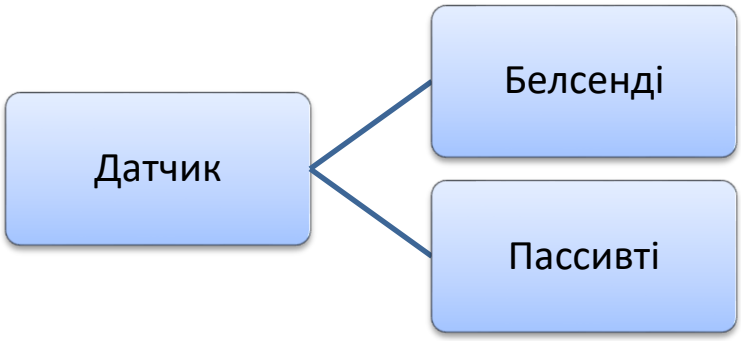
Қаладағы ауаның тұрақты көздерден ластануының негізгі себептері: көптеген өндірістердің ескірген технологиялары; қолданыстағы шаң мен газ тазарту қондырғыларының жеткіліксіз саны мен төмен тиімділігі; технологиялық жұмыс режимін бұзу; энергетика саласында төмен сапалы көмірді пайдалану.

Атмосфералық ауаның жағдайын бақылау барысында біз Алматы қаласының күн сайын тығыз тұманмен жабылатынын байқадық. Бұл ауаның өте қатты ластануы, ол түтін мен газ қалдықтарымен немесе коррозиялық газдармен және жоғары концентрациялы аэрозольдармен жабылған тығыз тұман. Бұл үлкен қалада адам денсаулығына кері әсер ететін үлкен проблема. Әсіресе денесі әлсіреген, жүрек-тамыр аурулары және тыныс алу жүйесі ауруларымен ауыратын балалар мен қарт адамдар үшін қауіпті болуы мүмкін. Бұл тыныс алу кезінде қиындық тудыруы мүмкін немесе тіпті оны тоқтата алады, шырышты қабықтың қабынуын тудырады. Ауадағы зиянды заттардың ең көп концентрациясы таңертең байқалады, күндіз ауа көтеріліп жатқан ағымдардың әсерінен түтін көтеріледі.[4]

Ауа массаларының табиғи желдетілмеуі жағдайында ауаның ластануы халықтың денсаулығына тікелей кері әсер етеді. Тыныс алу органдарының алғашқы аурушаңдылығы бойынша Алматы қаласы Қазақстан облыстары арасында бірінші орында. [7]

2 Датчиктердің классификациясы

Барлық датчиктер келесі екі үлкен категорияға бөлінеді.

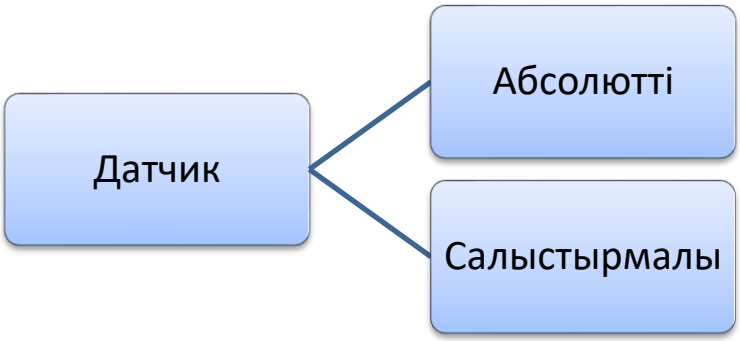


2.1 сурет – Датчиктер классификациясы

Пассивті сенсорға қосымша қуат көзі қажет емес және сыртқы әсердің өзгеруіне жауап ретінде электрлік сигнал әрдайым пайда болады. Демек, мұндай сенсор сыртқы сигналдың энергиясын шығыс сигналына түрлендіреді. Пассивті сенсорлардың мысалдары - термопаралар, фотодиодтар және пьезоэлектрлік датчиктер.

Пассивтен айырмашылығы, белсенді сенсор қоздыру сигналы деп аталатын сыртқы энергияны қажет етеді. Іс жүзінде, белсенді сенсорларда олардың ішкі сипаттамаларының өзгеруі электрлік сигналдарға айналады. Мұндай датчиктердің мысалдары - термисторлар, резистивтік штаммдар және т.б.

Анықтамалық нүктені таңдауға байланысты:



2.2 сурет – Датчиктер классификациясы

Абсолюттік сенсор абсолютті физикалық бірліктерде өлшеу жағдайларына тәуелсіз сыртқы сигналды анықтайды, ал салыстырмалы сенсордың шығыс сигналы әр жағдайда әр түрлі түсіндірілуі мүмкін. Абсолютті датчиктің мысалы - термистор, ал салыстырмалы түрдегі - термопара.

Пайдаланылған датчиктер өте әр түрлі және оларды әр түрлі критерийлер бойынша жіктеуге болады:

Кіріс (өлшенетін) шаманың түріне қарай олар ажыратылады: механикалық орын ауыстыру датчиктері (сызықтық және бұрыштық),

пневматикалық, электрлік, өлшеуіштер, жылдамдық, үдеу, күш, температура, қысым және т.б.

Кіріс шамасы түрлендірілетін шығыс шамасының түріне сәйкес электрлік емес және электрлік болып бөлінеді: тұрақты ток сенсорлары (ЭҚҚ немесе кернеу), айнымалы токтың амплитудасы (ЭҚҚ немесе кернеу), айнымалы токтың датчиктері (ЭҚҚ немесе кернеу), кедергі датчиктері (белсенді, индуктивті немесе сыйымдылық) және т.б.

Сенсорлардың көпшілігі электрлік. Бұл электрлік өлшеудің келесі артықшылықтарына байланысты:

- электрлік шамаларды қашықтықтан беру ыңғайлы, беріліс жоғары жылдамдықта жүзеге асырылады;
- электрлік шамалар кез келген басқа шамаларды электрлікке және керісінше түрлендіруге болатындығына байланысты әмбебап болып табылады;
- олар сандық кодқа дәл ауысады және өлшеу құралдарының жоғары дәлдігіне, сезімталдығына және жылдамдығына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Жұмыс принципіне сәйкес сенсорларды екі сыныпқа бөлуге болады: генераторлық және параметрлік (модуляторлық датчиктер). Генератор датчиктері кіріс мөлшерін электр сигналына тікелей түрлендіреді.

Әрекет принципіне сәйкес сенсорларды сонымен қатар оммикалық, реостатикалық, фотоэлектрлік (оптоэлектронды), индуктивті, сыйымдылықты және т.б.

Датчиктердің үш класы бар:

1. Аналогтық датчиктер, яғни кіріс мөлшерінің өзгеруіне пропорционалды түрде аналогтық сигнал шығаратын датчиктер;
2. Импульстік тізбек немесе екілік сөз тудыратын сандық датчиктер;
3. Екі деңгейлі сигнал беретін екілік (екілік) датчиктер: «қосу / өшіру» (басқаша айтқанда, 0 немесе 1); оның қарапайымдылығына байланысты кең таралған.

3 Датчиктерге қойылатын талаптар

Датчиктерге қойылатын талаптар:

- шығыс мөлшерінің кіріске тәуелділігі;
- уақыт бойынша сипаттамалардың тұрақтылығы;
- жоғары сезімталдық;
- кішкентай мөлшері мен салмағы;
- бақыланатын процесс және бақыланатын параметр туралы кері байланыстың болмауы;
- әртүрлі жұмыс жағдайларында жұмыс жасау;
- монтаждаудың әртүрлі нұсқалары.

Сонымен қатар, сенсорлар орналастыру және бекіту үшін құрылымдық жағынан ыңғайлы, өткір және шығыңқы жиектері жоқ, сұйық және жартылай сұйық элементтерді (алкоголь, май) қамтымайды, мүмкін болса, энергияны

тұтынбайды және зерттеу объектісіне энергетикалық әсер етпейді

3.1 Ауа сапасының датчиктері

Қойылатын талаптар:

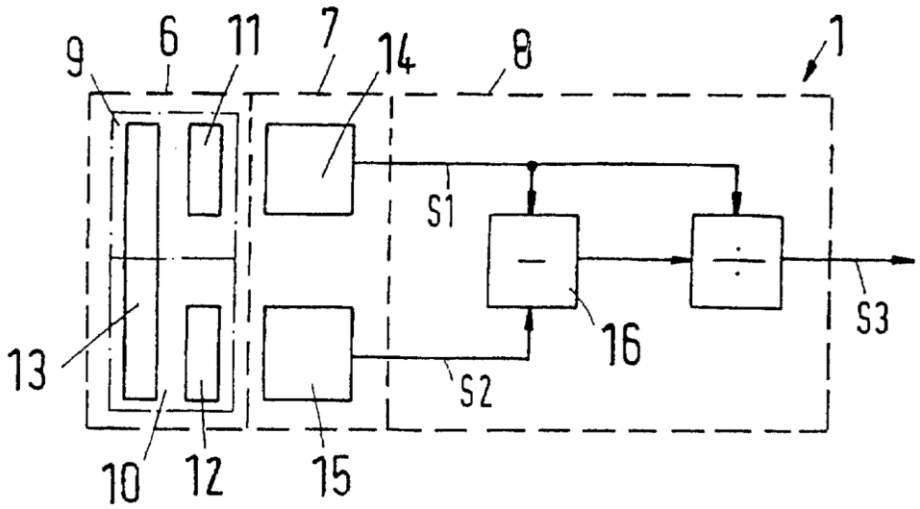
- Жоғары сезімталдық;
- Өздігінен калибрлеу опциясы;

Функциялары:

- CO_2 концентрациясын бақылау;
- Рұқсат етілген мәннен асатын автоматты желдетуді іске қосу;

Жұмыс жасау принциптері:

Датчиктер CO_2 концентрациясын дисперсиясыз инфрақызыл анализатордың көмегімен өлшейді, ол ұзақ қызмет ету мерзіміне ие және жоғары өлшеу дәлдігін қамтамасыз етеді. Оның жұмыс принципі бөлме ауасындағы CO_2 концентрациясының жоғарылауымен инфрақызыл сәулеленудің түсу дәрежесін жоғарылатуға негізделген. Датчиктердің өлшеу диапазоны 0-2000 ppm CO_2 бар және микропроцессормен басқарылады. Жеті күндік аралықта олар осы кезеңде CO_2 мөлшері 300-400pm болатын таза ауаға бір реттік қол жеткізу шартымен өзін-өзі калибрлейді.



3.1 сурет – Құрылғының сұлбасы

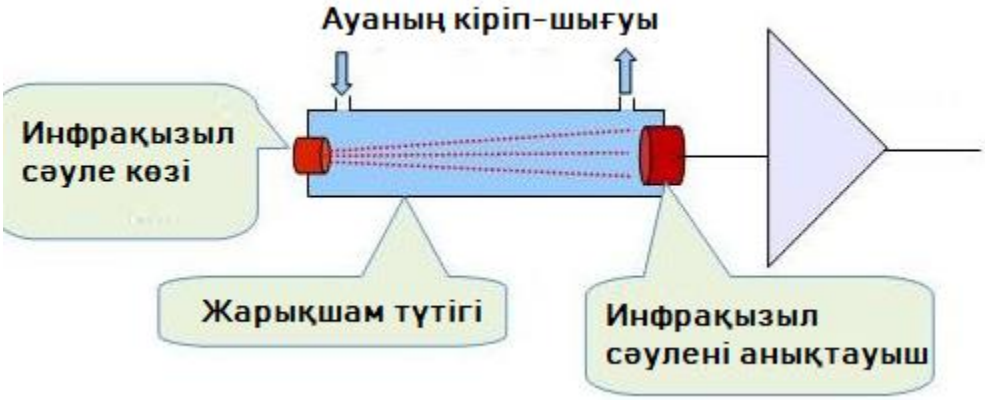
Инфрақызыл датчик (ИҚ-датчик) (1) құрамдас сүзгіден тұрады (6), оның артында детектор бар (7), және есептеу құрылғысы (8), жинау детектормен байланысқан (7). Жинақтау сүзгісі (6) бірінші сүзгіден (9) және екінші сүзгіден тұрады (10), жолақты сүзгілер түрінде жасалған және сәйкес өткізу жолағы бар, оның бірінші сүзгісі (9) орнатылған ИҚ диапазонынан өтеді, ал екінші сүзгі (10) оны өткізбейді. Құрама детектор екі детектордан тұрады (14, 15), олардың әрқайсысына сүзгі (9, 10) тағайындалған. Бір сүзгінің (10) өту жолағы басқа сүзгінің (9) өту жолағында орналасады, ал есептеу құрылғысы (8) детекторлардың (14, 15) сигналдарының сәйкес келмеуін тудырады және детектордың (S1) сәйкес келмеуін қалыпқа келтіреді.

1.1 кесте – Техникалық параметрлері

Қорек көзі	24 В
Сезу элементі	Көмірқышқыл газының анализаторы: оптикалық (NDIR), дисперсиясыз инфрақызыл технология
Өлшеу диапазоны	өлшеу диапазондарының ауысуы (таңдау - секіргішпен) 0 ... 2000 бет/мин; 0 ... 5000 бет/мин; 0 ... 10,000 бет/мин
Өлшеу қателігі	CO2 ± 100 ppm
Шығыс сигналы	Шығыс CO_2: 0 -10 В
Жұмыс режиміне шығу уақыты	1 сағат
Қорғау деңгейі	IP 30
Қоршаған орта температурасы	0 …+ 50 °C

3.1.1 NDIR датчиктері

Бұл датчиктер ауадағы инфрақызыл сәулелердің әлсіреуін өлшеу принципімен жұмыс жасайды (толқынның ұзындығын). Датчик: инфрақызыл сәуленің көзінен, жарықшамды түтіктерден және инфрақызылды қабылдауы сәйкес сүзгішімен. Инфрақызыл детектордың сигналы күшейтіледі, содан кейін қосымша электрониканы қолдану арқылы көмірқышқыл газынан туындаған сәуленің түсуі бағаланады, соның негізінде ауадағы CO2 концентрациясы есептеледі. Жеңілдету үшін: CO2 неғұрлым көп болса, соғұрлым инфрақызыл сәуле азаяды және датчиктегі электроника мұны анықтай алады. NDIR датчиктері, әдетте, дәлірек, ұзақ мерзімді перспективада тұрақты, концентрацияны нөлден өлшейді және жоғары CO2 концентрациясын өлшеуге қабілетті. Олардың кемшілігі – жоғары бағасы.

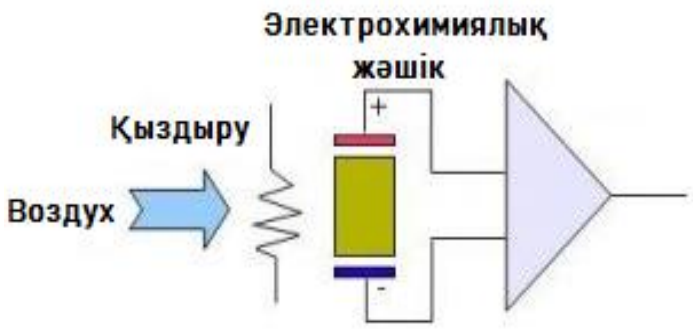


3.2 сурет – NDIR датчигінің құрылымы

3.1.2 Электрохимиялық датчиктер

Бұл датчиктер әдетте қатты электролиттері бар электрохимиялық жәшіктерден тұрады. Осы жәшіктерді жұмыс температурасына дейін қосымша жылыту арқылы жеткізеді. Жасушаның электродтарында оттегі бар химиялық реакциялар оттегі тұтынылған кезде пайда болады, ал жасушаның электродтарында электр қозғаушы күш пайда болады. Содан кейін, осы электронды күшті арнайы электрониканың көмегімен өлшеу арқылы ауадағы CO_2 концентрациясы анықталады. Бұл сенсорлардың басты артықшылығы - олардың жоғары сезімталдығы және көміртегі диоксидіндегі тамаша селективтілік. Әдетте олар NDIR датчиктеріне қарағанда арзан, бірақ қызмет мерзімі сәл қысқа және дәлдігі аз, бірақ желдету қондырғыларында қолдануға жеткілікті.

Электрохимиялық принцип бойынша жұмыс істейтін сенсорлар 400 атм/мин жылдамдықпен жұмыс істейді, бұл сыртқы ауада шоғырлануды шамамен 360-400 атм/мин құрайды. Бұл датчиктер әдетте сенсорды мезгіл-мезгіл таза ауаға қайта қосып отыратын автоматты түрдегі калибрлеу функциясымен жабдықталған. Бұл параметрлердің ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етеді.[2]

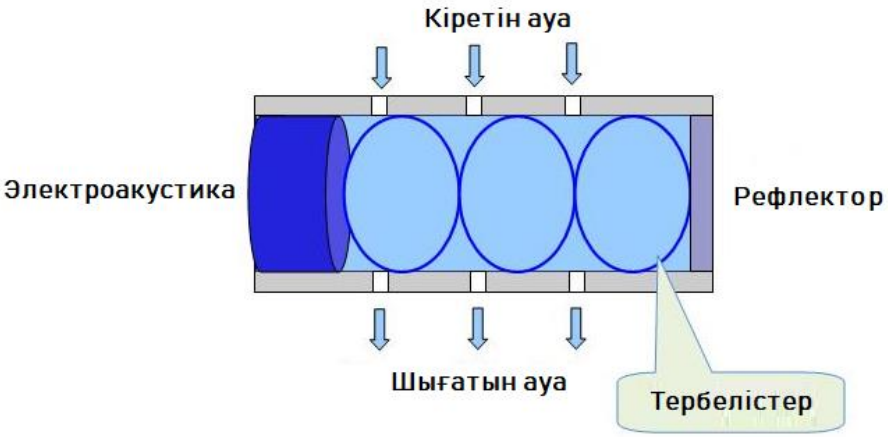


3.3 сурет – Э лектрохимиялық датчигінің құрылымы

3.1.3 Электроакустикалық датчиктер

Электро-акустикалық датчиктер механикалық резонатордағы ультрадыбыстық тербелістер жиілігінің өзгеруін бағалау принципі бойынша жұмыс істейді. Электрониканы қолдана отырып, ультрадыбыстық толқындардың тербеліс жиілігінің өзгеруі бағаланады және діріл жиілігінің өзгеруінің ауадағы CO_2 концентрациясына тәуелділігі негізінде CO_2 концентрациясы анықталады.

Бұл сенсорлардың басты артықшылығы - қайта калибрлеуді қажет етпей ұзақ мерзімді тұрақтылығы.



3.4 сурет – Электроакустикалық датчигінің құрылымы

4 LoRaWAN технологиясы

LoRaWAN Интернет заттары технологиясы LoRa Alliance компаниясының тәуелсіз серіктестігімен 2015 жылдан бері дамып келеді. LoRa - бұл Long Range ағылшын сөздерінің қысқартылған нұсқасы. LoRaWAN желілері «Төмен қуатты кең аймақтың желісі» (LPWAN) санатына жатады және Semtech Corporation патенттеген LoRa радио интерфейс модуляциясы әдісіне, сондай-ақ Semtech корпорациясымен серіктестікте IBM Research компаниясы жасаған LoRaWAN ашық хаттамасына негізделген.

LoRaWAN стандартының айрықша белгілері, лицензияланбаған спектрде жұмыс істеуден басқа, шуылға төзімді сызықты жиілікті модуляцияны қамтиды (шыңыраудың таралуы спектрі, CSS), ол абоненттік құрылғылардан шу деңгейінен төмен қуат деңгейінде сигналды сенімді түрде қабылдауға, сондай-ақ абоненттік құрылғылардың аккумуляторларын қайта зарядтамай ұзақ уақыт жұмыс істеуге мүмкіндік береді. (бір АА батареясынан 10 жылға дейін).

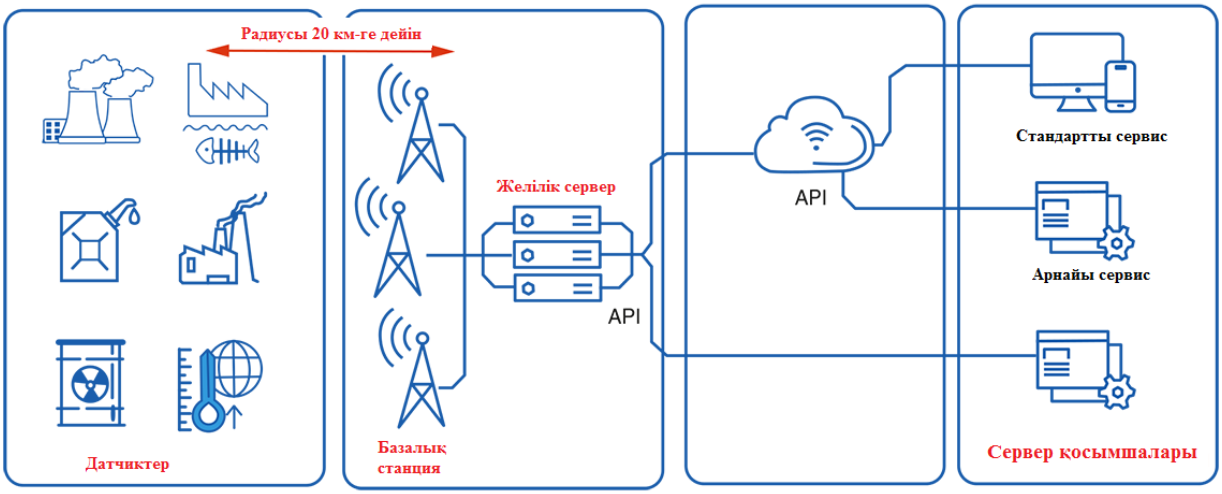
2018 жылға қарай LoRa LPWAN жетекші технологиясы болып табылады. Ұқсастықтарға қарамастан, NB-IoT және LoRaWAN технологиялары бірдей қасиеттерге ие емес және қосымшаларға мүлдем сәйкес келмейді. Барлық жетекші нарықтар лицензиясы бар және лицензиясы жоқ жиіліктер диапазонында жұмыс істейтін Интернет заттары стандарттарының үйлесуіне назар аударады. Лицензияланбаған жолақтардың артықшылығы - жүйені орналастыру жылдамдығы мен жылдамдығы. [9]

IoT жүйелерінде LoRa / LoRaWAN желілерін қолданудың мақсатты бағыттары:

- сыртқы электрмен қамтамасыз етусіз жеке құрылғылар;
- кішігірім ағындарды құратын құрылғылар;
- салыстырмалы түрде сирек таратылатын құрылғылар;
- қамту тез және минималды шығындармен орналастырылуы керек аумақтар.

4.1 LoRaWAN желісінің архитектурасы

LoRaWAN желісі абоненттік терминалдардан, базалық станциялардан (шлюздер), желілік серверден және қосымшалар серверлерінен тұрады (4.1 сурет).



4.1 сурет – LoRaWAN желісінің архитектурасы

Базалық станция - көптеген радиожүйелер, соның ішінде IoT желілері үшін ортақ түсінік. LoRaWAN желісінде базалық станция (BS) радио желінің абоненттік терминалмен байланысы және өзара әрекеттесу функцияларын орындайды және терминалдар тобындағы жүктемені шоғырландырады, сондықтан LoRa Alliance құжаттамасында BS шлюз жәнее хаб деп аталады. Бір терминалдан сигналды бірнеше BS қабылдай алады. Негізгі операторлық станциялардың жиынтығы желінің радиожиілікпен қамтамасыз етілуін және соңғы құрылғылар мен желілік сервердің арасындағы анық екі жақты мәліметтерді беруді қамтамасыз етеді. Базалық станция беріліс-қабылдау антеннасымен (секторлық немесе бағыттық), сондай-ақ (қосымша) GPS/GLONASS антеннасымен ішкі сағатты дәл синхрондау үшін және тарату-қабылдау антеннасының нақты координаттарын анықтауға арналған.

Желілік сервер - келесі функцияларды орындайтын аппараттық-бағдарламалық кешен: Радио желісін басқару. LoRaWAN желілік сервері хабарламаларды «төмен» (төменге) бағытта жіберу үшін BS таңдайды, әр терминал, таратқыштың қуаты бойынша мәліметтерді беру жылдамдығын өзгерту қажеттілігі туралы шешім қабылдайды, соңғы құрылғылардың батарея қуатын бақылайды, деректерді шифрлайды және т.б. Радио желісінің мониторингі бақылауды, статистикалық мәліметтерді жинауды және төтенше жағдайлар туралы есептерді қамтиды. Деректер пакеттерін абоненттік терминалдардан тиісті қосымшалар серверлеріне бағыттау. Абоненттік терминал жіберген әрбір деректер пакетінде бірегей DevAddr сәйкестендіргіші бар және DevAddr сәйкестік туралы жазба және терминал (сенсор) ақпараты желілік серверде сақталатын қолданбалы сервердің URL мекенжайы бар. Осы хат алмасудың негізінде желілік сервер пакетті қолданбалы серверге бағыттайды, содан кейін оны провайдердің қосымшасы өңдейді.

Бағдарлама сервері - шифрлаудың / шифрлаудың бірінші деңгейін орындайтын және терминалдардан алынған және терминалдарға жіберілген деректерді өңдейтін платформа. Деректермен жұмыс істеуден басқа, қосымшаның сервері терминалдарды қолданбалы деңгейден басқара алады

(мысалы, оларды басқа жұмыс режиміне ауыстыру, мәліметтерді бейімдеу, мультикаст және т.б. опцияларын басқару).

4.2 KZ865-868 МГц стандартты спецификациясы

4.2.1 KZ865-868 кіріспе форматы

Келесі үндестіру сөздері пайдаланылады:

4.1 кесте– KZ865-868 синхронды сөздері

Модуляция	Сөзді синхрондау	Кіріспе ұзындығы
LORA	0x34	8 символ
GFSK	0xC194C1	5 байт

4.2.2 KZ865-868 каналының жиіліктері

Қазақстан Республикасының заңнамасында бекітілген рұқсат етілген аралықтағы желілік каналдарын оператор өзі еркін түрде орната алады. Дегенмен 4.2 кестеде көрсетілген үш канал кез-келген құрылғыда жүзеге асырылған болуы тиіс. Бұл каналдар барлық желілік шлюздарда әрқашан тыңдау тәрітібінде жұмыс жасауы қажет.

4.2 кесте– KZ865-868 әдепкі каналдар

Модуляция	Өткізу қабілеті [кГц]	Канал жиілігі [МГц]	FSK бит коэффициенті немесе LoRa DR	Nb каналдары	Жұмыс циклі
LoRa	125	865.1 865.3 865.5	DR0 аралығы DR5/0.35кбит/с	3	<1%

Құрылғылар 865–868 МГц жиілігі диапазонында жұмыс жасау мүмкіндіктері болуы қажет және каналдардың құрылымдық мәліметтерін сақтау параметрлері кем дегенде 8 каналдан аз болмауы тиіс. Каналдардың құрылымдық мәліметтері қолданылатын жиілігінде жиілікке және мәліметтерді жіберу жылдамдағына сәйкес болуы қажет.

Бастапқы үш канал 868.1, 868.3 және 868.5 МГц/ DR0-ден DR5-ке дейінгі аралыққа сәкес болуы және әрбір құрылғыда жасалынуы қажет. Бұл каналдар NewChannelReq командасының көмегімен өзгертілмейді және минималды ортақ каналға кепілдік береді, ол өз кезегінде құрылғы мен желілік шлюздар арасындағы байланыстың болуын қамтамасыз етеді.

Құрылғылар арасында JoinReq хабарламасын жіберу үшін 4.2 кестеде көрсетілген жиіліктердің тізімі қолданылады. JoinReq хабарламасын жіберілуінің жұмыс циклы «Қайта жіберуді болдырмау» құжатында көрсетілген шарттарға сәйкес келуі керек.

4.2.3 KZ865-868 Деректер жиілігін және соңғы құрылғының шығу қуатын кодтау

PHY қабаты үшін уақыт бойынша шектеу жоқ. MAC TxParamSetupReq командасы құрылғыларда жүзеге асырылмаған. Келесі 4.3 кестедегі кодтау KZ865-868 диапазонындағы деректерді беру жылдамдығы мен EIRP (TXPower) үшін қолданылады:

4.3 кесте– TX деректер жылдамдығы

Деректер жылдамдығы	Конфигурация	Биттің физикалық жылдамдығы [бит/с]
0	LoRa: SF12/125 кГц	250
1	LoRa: SF11/125 кГц	440
2	LoRa: SF10/125 кГц	980
3	LoRa: SF9/125 кГц	1760
4	LoRa: SF8/125 кГц	3125
5	LoRa: SF7/125 кГц	5470
6	LoRa: SF7/250 кГц	11000
7	FSK: 50 кбит/с	50000
8..14	RFU	
15	LoRaWAN 1 анықталған	

EIRP2 - эквивалентті изотропты сәулелендірілген қуат, бұл барлық бағытта бірдей радиотехникалық күшке ие және изотропты антеннаға қатысты және пайдасы дБі-ге тең болатын сәулеленетін шығу қуаты.

4.4 кесте– TX қуаты

TXPower	Конфигурация (EIRP)
0	Макс EIRP
1	Макс EIRP – 2дБ
2	Макс EIRP – 4дБ
3	Макс EIRP – 6дБ
4	Макс EIRP – 8дБ
5	Макс EIRP – 10дБ
6	Макс EIRP – 12дБ
7	Макс EIRP – 14дБ
8..14	

Әдетте МаксEIRP + 16дБ деп саналады. Егер соңғы құрылғы + 16дБм EIRP деңгейіне жете алмаса, Макс EIRP соңғы құрылғыны іске қосу процесінде диапазоннан тыс арнаны пайдаланып, желілік серверге жеткізілуі керек.

4.2.4 JoinAccept CFList

LoRaWAN KZ865-868 ISM диапазоны JoinAccept хабарламасында 16 октеттен тұратын жиіліктердің қосымша тізімін (CFlist) енгізеді. Бұл жағдайда CFList - төрт-жетіге дейінгі арналар үшін бес арналық жиіліктердің тізімі, олардың әрбір жиілігі 24 бит қол қойылмаған бүтін сан (үш октет) түрінде кодталады. Барлық осы арналар DR0-ден DR5-ке дейін 125 кГц LoRa модуляциясы үшін жарамды. Жиіліктер тізімін CFListType жиынтығының жалпы саны 16 октеттен тұрады. CFListType нөлге тең болуы тиіс (0), бұл CFList жиіліктер тізімін қамтиды.

4.5 кесте– CFList жиіліктер тізімі

Өлшемі (байттар)	3	3	3	3	3	1
CFList	Freq Ch3	Freq Ch4	Freq Ch5	Freq Ch6	Freq Ch7	CFListType

Каналдың нақты жиілігі Гц 100-реттік жиілікке тең, сондықтан 100 МГц-тен төмен жиіліктер болашақта пайдаланылуы үшін сақталынып қойылған. Бұл канал жиілігін 100 МГц-тен 1,67 ГГц-ке дейін 100 Гц қадаммен орнатуға мүмкіндік береді. Қолданылмаған каналдар жиілігінің мәні 0-ге тең. CFL міндетті емес, оның қатысуын қосылу хабарламасының ұзындығымен анықтауға болады. Егер бар болса, CFList тағайындалған құрылғыда сақталған алдыңғы әдепкі үш арнаны қоспағанда ауыстырады. Жаңадан анықталған арналар дереу қосылады және оны байланыс үшін соңғы құрылғы қолдана алады.

4.2.5 LinkAdrReq командасы

KZ865-868 LoRaWAN максимум 16 каналды қолдайды. ChMaskCntl өрісі 0 болғанда, ChMask өрісі 16 каналдың әрқайсысын жеке-жеке қосады/ажыратады.

4.6 кесте – ChMaskCntl мәндері

ChMaskCntl	**ChMask қолданылады**
0	1-ден 16-ға дейін каналдарда
1	RFU
..	..
4	RFU
5	RFU
6	Барлық канал қосылған. Құрылғы ChMask өрісінің мәніне тәуелсіз қазіргі уақытта анықталған барлық арналарды қосуы керек.
7	RFU

Егер ChMaskCntl өрісінің мәні RFU мағынасын білдірсе, соңғы құрылғы пәрменді қабылдамай, жауап ретінде «Channel mask ACK» битін өшіруі керек.

4.2.6 Максимальді жүктеме мөлшері

Максимум MACP жүктеме көлемінің ұзындығы (M) келесі кестеде келтірілген. Ол мүмкін PHY қабатын шектеу нәтижесі, мүмкін қайталанатын капсула қабатын ескере отырып қолданылатын модуляцияның тиімді жылдамдығына байланысты. FOpt бақылаудың қосымша өрісі (N) болмаған кезде максималды жүктеме ұзақтығы тек ақпарат үшін берілген. Егер FOpt өрісі бос болмаса N мәні аз болуы мүмкін:

4.7 кесте – Максимальді жүктеме мөлшері

Мәліметтер жылдамдығы	M	N
0	59	51
1	59	51
2	59	51
3	123	115
4	230	222
5	230	222
6	230	222
7	230	222
8:15	Анықталмаған	

Егер соңғы құрылғы қайталағышпен ешқашан жұмыс жасамайтын болса, онда қосымша FOpt басқару өрісі болмаған кезде Максимум қосымшасының жүктеме ұзақтығы:

4.8 кесте – Максималды жүктеме мөлшері (қайталағыш сәйкес келмейді)

Мәліметтер жылдамдығы	M	N
0	59	51
1	59	51
2	59	51
3	123	115
4	230	222
5	230	222
6	230	222
7	230	222
8:15	Not defined	

4.2.7 Терезелерді қабылдау

RX1 қабылдау терезесі алдыңғы сілтеме сияқты бірдей арнаны қолданады. Деректер жиілігі - бұл келесі кестеде келтірілген деректердің жылдамдығы мен RX1DROffset функциясы. RX1DROffset үшін рұқсат етілген мәндер [0: 5] ауқымында болады. [6: 7] ауқымындағы мәндер болашақта пайдалану үшін сақталған.

4.9 кесте– Деректердің жылдамдығын төмендету RX1 картасы

RX1DROffset Деректердің жоғары жылдамдығы	0	1	2	3	4	5
	RX1 ұяшығындағы деректердің төмен түсу жылдамдығы					
DR0	DR0	DR0	DR0	DR0	DR0	DR0
DR1	DR1	DR0	DR0	DR0	DR0	DR0
DR2	DR2	DR1	DR0	DR0	DR0	DR0
DR3	DR3	DR2	DR1	DR0	DR0	DR0
DR4	DR4	DR3	DR2	DR1	DR0	DR0
DR5	DR5	DR4	DR3	DR2	DR1	DR0
DR6	DR6	DR5	DR4	DR3	DR2	DR1
DR7	DR7	DR6	DR5	DR4	DR3	DR2

RX2 қабылдау терезесінде тіркелген жиілік пен деректер жиілігі қолданылады. Әдепкі параметрлер - 866.7 МГц/DR0 (SF12, 125 кГц)

4.2.8 B класы beacon және әдепкі бойынша ажырату каналы

Beacon сигналдары келесі параметрлер арқылы жіберіледі:

4.10 кесте – Beacon параметрлері

DR	3	SF9 тарату коэффициентіне 125 кГт БВ сәйкес келеді
CR	1	Кодтау жылдамдығы = 4/5
Сигналдың полярлығы	Терістелмеген	Төңкерілген сигналдың полярлығын қолданатын қалыпты трафиктен айырмашылығы

4.2.9 Әдепкі параметрлері

Келесі параметрлер KZ865-868 МГц диапазоны үшін ұсынылған мәндер болып табылады.

RECEIVE_DELAY1 1 с
RECEIVE_DELAY2 2 с
JOIN_ACCEPT_DELAY1 5 с
JOIN_ACCEPT_DELAY2 6 с

МАКС_FCNT_GAP 16384
ADR_ACK_LIMIT 64
ADR_ACK_DELAY 32
ACK_TIMEOUT 2 +/- 1 с (кездейсоқ кідіріс 1-ден 3 секундқа дейін)

Егер соңғы құрылғыда іске асырылған параметрлердің мәндері әдепкі мәндерден өзгеше болса (мысалы, соңғы құрылғы ұзағырақ RECEIVE_DELAY1 және RECEIVE_DELAY2 кідірісін пайдаланады), сол параметрлер желілік серверге жолақтан тыс арнаны пайдаланып жіберілуі керек құрылғыны пайдалануға енгізу барысында. Желілік сервер әдепкі мәндерден өзгеше параметрлерді қабылдамауы мүмкін.

5 Ауа сапасын өлшеу датчигін әзірлеу

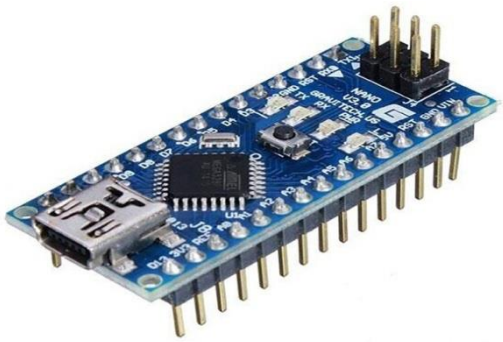
5.1 Ауа сапасын өлшеу датчигіне компоненттер таңдау және принципиальдық сұлбасы

Датчикті жобалау барысында жоғарыда аталып өткен жұмыс жасау принциптеріне сәкес келесі компоненттер қолданылатын болады.

1) Arduino NANO аппаратты-есептегіш платформасы негізінде орындалды.

Arduino NANO – бұл бірегей тәжірибе алу тәсілі: электроника негіздерінен тез жобалауға дейінгі, бұл платформа бірнеше мыңдаған мүмкіндіктерге ие.

Arduino NANO – жобаларға практикалық қатысу арқылы электроникамен жұмыс істеу үшін мінсіз платформа болып табылады. Бұл платформа сандық жүйелерді жобалауды жүзеге асыру үшін қолдануға тиімді. Arduino UNO өзіне ұқсас платформалардың ішінде құжатталған және жиі қолданылатын платформа. 5.1 суретте Arduino NANO платформасы бейнеленген.



5.1 сурет – Arduino NANO платформасы

NANO платформасы USB платасының серияларындағы бірінші және Arduino платформасы үшін үлгілі модель болып табылады.

Arduino NANO – 8 разрядты микроконтроллер 32 Кб флэш-жадылы және 2 Кб ОЗУ, ATmega 328 базасындағы микроконтроллер платформасынан тұрады. Платформа микроконтроллерді сақтауға арналған барлық қажеттілерді құрайды. Жұмысты бастау үшін платформаны USB кабелі көмегімен дербес компютерге немесе ноутбукке қосу керек. Сонымен қатар қорек көзін айнымалы ток адаптерінен немесе аккумулятордан беруге болады.

Сипаттамасын қарастыра отырып, неге осы платформа таңдалғаны түсінікті болады, оның жұмыстық кернеуі 5В құрайды, яғни ол жұмысты жобалауда маңызды рөлге ие, өйткені міндетті кернеу 5В құрауы керек. Осылайша, Arduino NANO ақпарат өңдеу мен жұмыс қабілетінің жылдамдығын арттыратын ATmega 328 микроконтроллері базасында жұмыс

істейтінін ұмытпау керек.

Салыстыру үшін басқа микроконтроллер, Arduino Mini сипаттамасын талдау қажет.

Екі плата сипаттамаларын салыстыра отырып (5.1кесте), таңдаудың Arduino Uno платасына түсетіні анық, себебі оның жұмыстық кернеуі 5В құрайды. Өйткені дипломдық жұмыс үшін жұмыстық кернеуі 5В болуы қажет. Сонымен қатар, Arduino Uno ATmega 328 микроконтроллері базасында жұмыс істейді, ол оның жұмыс қабілеті мен ақпарат өңдеу жылдамдығын жоғарлатады.

5.1 кесте – ATmega микроконтроллерін салыстыру

Сипаттамалары	Arduino NANO	Arduino Mini
Микроконтроллер	ATmega328	ATmega168
Жұмыстық кернеуі	5 В	3.3 В
Кіріс кернеуі (ұсынылатын)	7-12 В	3.5-7 В
Шығыс кернеуі (шектік)	6-20 В	6-12 В
Сандық кірістері/шығыстары	14 (оның ішінде 6 ШИМ шығыстары ретінде қолданыла алады)	14 (оның ішінде 6 ШИМ шығыстары ретінде қолданыла алады)
Аналогты кірістері	6	6
Бір шықпаның максималды тогы	40мА	40мА
3.3V шықпасының максималды шығыс тогы	50мА	50мА
Флеш-жады	32 Кбайт (ATmega328), оның 0.5 Кбайты жүктегіш арқылы қолданылады	16 Кбайт (ATmega168), оның 2 Кбайты жүктегішпен қолданылады
ОЗУ	2 Кбайт (ATmega328)	1 Кбайт (ATmega168)
EEPROM	1 Кбайт (ATmega328)	512 байт (ATmega168)
Тактілік жиілігі	16 Гц	8 МГц

2) MQ135 ауа сапасының сенсоры модулі ауадағы зиянды және қауіпті газдардың құрамы мен мөлшерін анықтауға арналған: NH_3, NO_X, алкоголь, бензин, түтін, CO_2 және т.б. MQ135 сенсорына орнатылған. Зиянды заттардың шекті концентрациясын анықтау үшін модуль тақтасында компаратор қарастырылған. Шекті мән потенциометрмен белгіленеді.

Сипаттамалары:

- Жылытқыштың кернеуі: 5 В;

- Датчиктің кернеуі: 3,3 - 5 В;
- Тұтыну қуаты: 150 мА;
- Интерфейс: аналогтық, сандық.

MQ135 сенсоры 5.2 суретте бейнеленген.

5.2 сурет – MQ135 сенсоры

3) RHF0M301 LoRaWAN модулі.

RHF0M301 8 каналды LoRaWAN модулі - бұл Semtech-тің қуатты LoRa /LoRaWAN шлюз SX1301-ге арналған шағын өнімділігі бар модуль. LoRa / LoraWAN шлюз модулінің 8 арнасын қолдану сымсыз сенсорлық желі, энергияларды автоматты есептеу жүйелеріне және басқа IoT қосымшаларына бағытталған. Бұл тұтынушыға LoRa/LoRaWAN шлюзінде дизайнды тездетуге көмектеседі. Бұл модульді жұмыс диапазоны үшін теңшеуге болады. Қазір 434 МГц, 470-510 МГц, 780 МГц, 868 МГц және 915 МГц қолдау көрсетіледі.

Техникалық сипаттамалары:

- Шағын өлшемі: 63х 40 мм;
- 24 пин DIP пакет, шлюзге біріктіруге оңай;
- Диапазон опциялары: 434MHz / 470MHz / 780MHz / 868MHz / 915MHz;
- Бағдарламаланатын параллельді демодуляцияның 10 жолы 49 LoRa демодуляторы және 1 GFSK демодуляторы енгізілген;
- SF12-ден SF7-ге дейін 8 каналдың әрқайсысында таралу факторына автоматты бейімделу;
- Жоғары өнімділік: -142,5дБм сезімталдық 300bps, шығыс қуаты 27 дБм;
- Пайдаланушыға ыңғайлы интерфейс: SPI байланысы;
- GPS PPS кірісі LoRaWAN B класы үшін синхрондау үшін қол жетімді;
- Қорек көзі + 5В;
- LoRaWAN хаттамасын, A класын, B класын және C класстарын пайдалануға мүмкіндік береді.

RHF0M301 LoRaWAN модулі 5.3 суретте бейнеленген.

5.3 сурет – RHF0M301 LoRaWAN модулі

4) DHT 11 ылғалдылық пен температура датчигі

DHT11 датчигі салыстырмалы ылғалдылық пен темперураны өлшеу үшін – өте жақсы калибрленген және тұрақтандырылған. Ол ылғалдылықтың сыйымдылық датчигі мен қоршаған ауаны өлшеу үшін термисторды пайдаланады және деректер пиніне сандық сигналды береді. Қолдануда қарапайым, басқа аспаптар сияқты артықшылықтар мен кемшіліктерге ие. 5.4 суретте салыстырмалы ылғалдылық пен температураны өлшеуге арналған DHT11 датчигі көрсетілген.

Қолданылу артықшылықтары:

– қосу қарапайымдылығы;

– қолдану қарапайымдылығы;

– температура мен ылғалдылықты алу үшін қымбат емес шешім;

– бұл датчик өзіне екі датчикті үйлестіреді: температураның датчигі мен ылғалдылықтың датчигін.

5.4 сурет – DHT 11 температура мен ылғалдылық датчигі

Қолданылу кемшіліктері:

– 0°С-тан төмен температураны өлшемейді;

– жауап қайтару уақытының ұзақтығы: екі секундта бір;

– өлшеу қателігінің үлкендігі.

DHT 11 датчиктің негізгі сипаттамалары, электрлік сипаттамасы, температура мен салыстырмалы ылғалдылық сипаттамалары 5.2, 5.3, 5.4 кестелерде келтірілген.

5.2 кесте– DHT 11датчигінің электрлік сипаттамасы

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

5.3 кесте – DHT 11датчигінің температуралық сипаттамасы

Сипаттамалар	Мәні
Кеңейтілуі	16 Бит
Қайталануы	± 0,2 °C
Диапазоны	25 °C ± 2°C
Жауап қайтару уақыты	1 / e (63%) 10S

5.4 кесте – DHT 11датчигі салыстырмалы ылғалдылығының сипаттамасы

Сипаттамалар	Мәні
Кеңейтілуі	16 Бит
Қайталануы	± 1% салыстырмалы ылғалдылықтан
Дәлдігі	25 °C ± 5% салыстырмалы ылғалдылықтан
Өзара алмасушылығы	Толығымен өзара алмасымды
Жауап қайтару уақыты	1 / e (63%) 25 °C-тан 6 s 1 м/с ауаның 6 s
Гистерезис	<± 0,3% RH
Ұзақ мерзімді тұрақтылығы	<± 0,5% RH / жыл

5) RisingHF базалық станциясы.

RisingHF 8 арналары LoRaWAN үй шлюзі RHF2S024 - бұл Semtech-тің жоғары тиімділігі SX1301 және MTK платформасына ендірілген LoRaWAN® протоколы негізінде жабық түрдегі жеңіл шлюз. Шлюз LoRaWAN® Cloud серверіне Ethernet желісі немесе Wifi арқылы қосыла алады. Үйдегі GW 3 режимді қамтиды: AP, STA және PPPoE маршрутизатор ретінде. Тек бір RJ45 порты қамтамасыз етілген, бірақ WAN / LAN қосқышы автоматты түрде. Home GW ақылды қонақүйде, ақылды ғимаратта, ақылды үйде, жабық ақылды тұрақта және өнеркәсіптік ашық шлюз үшін қосымша ретінде пайдалануға арналған. [6]

Негізгі ерекшеліктері:

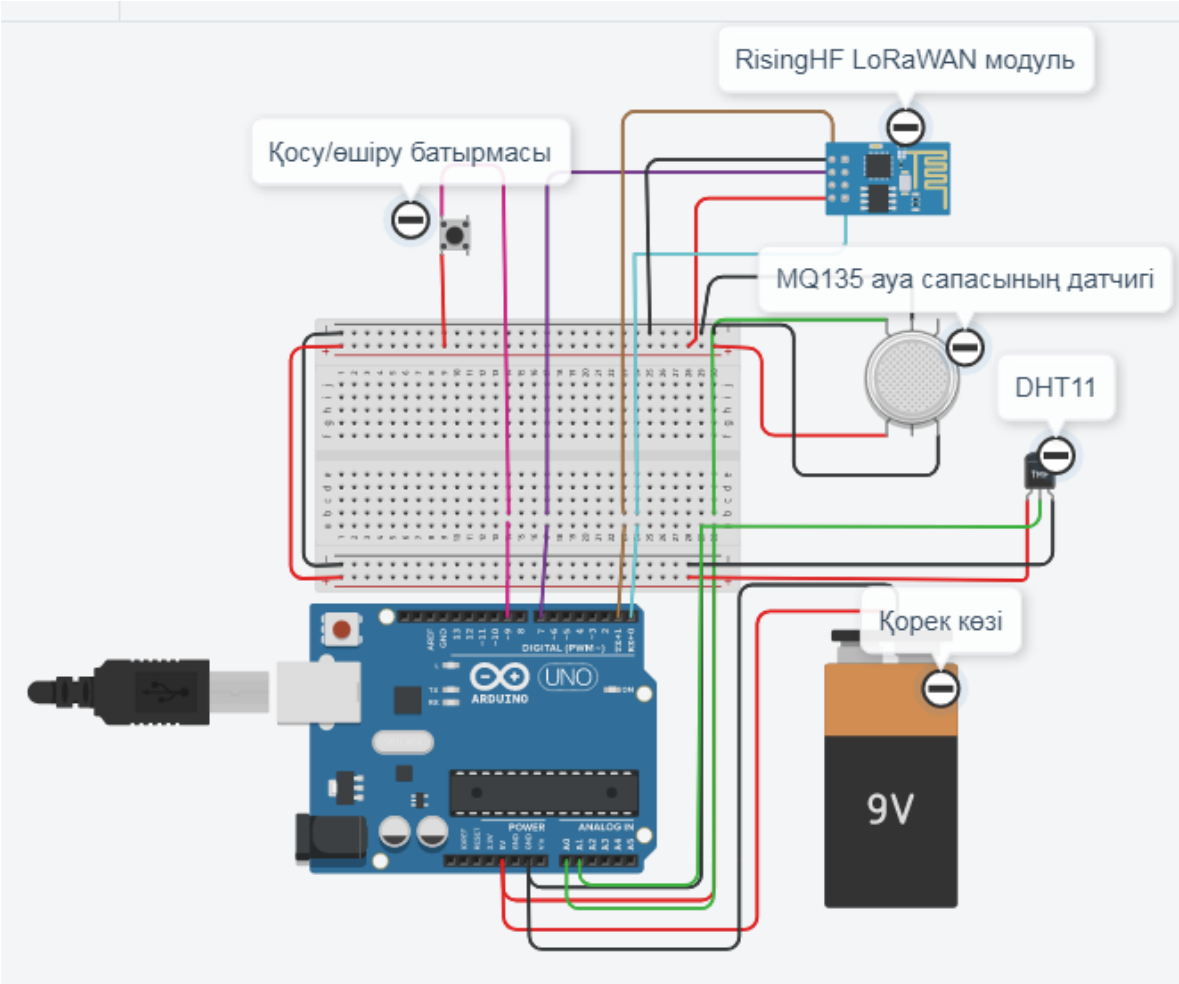
- 27dBm максималды шығу қуаты;
- -141дБм @ 300бит/с жоғары сезімталдық;

- LoRaWAN байланысы үшін жоғары дуплексті режим;
- LoRaWAN® ескертуі: 8 қалыпты SF арналары (SF7-ден SF12,125 кГц-ке дейін), жылдамдығы жоғары жылдамдықтағы бір SF және 1 GFSK арнасы;
- LoRaWAN® төмен сілтеме: 1 қалыпты арна (125 кГц/250 кГц/500 кГц LoRa® реттелетін немесе GFSK);
- Байланыс жылдамдығы 292bps/50кбит/с;
- WIFI 2,4 ГГц, WLAN 802.11b/г сәйкес келеді;
- 10/100M Ethernet, LAN / WAN автоматты түрде бір RJ45 арқылы ауысады;
- WIFI немесе LAN арқылы конфигурациялауға болады;
- Қорек көзі 12В кірісі.

5.5 суретте RisingHF базалық станциясы бейнеленген.

5.5 сурет – RisingHF базалық станциясы

Осы компоненттерді қолдана отырып датчиктің принципиальді сұлбасын саламыз. Ол үшін арнайы TineCard онлайн платформасында сұлбаны құрастыратынболамыз.



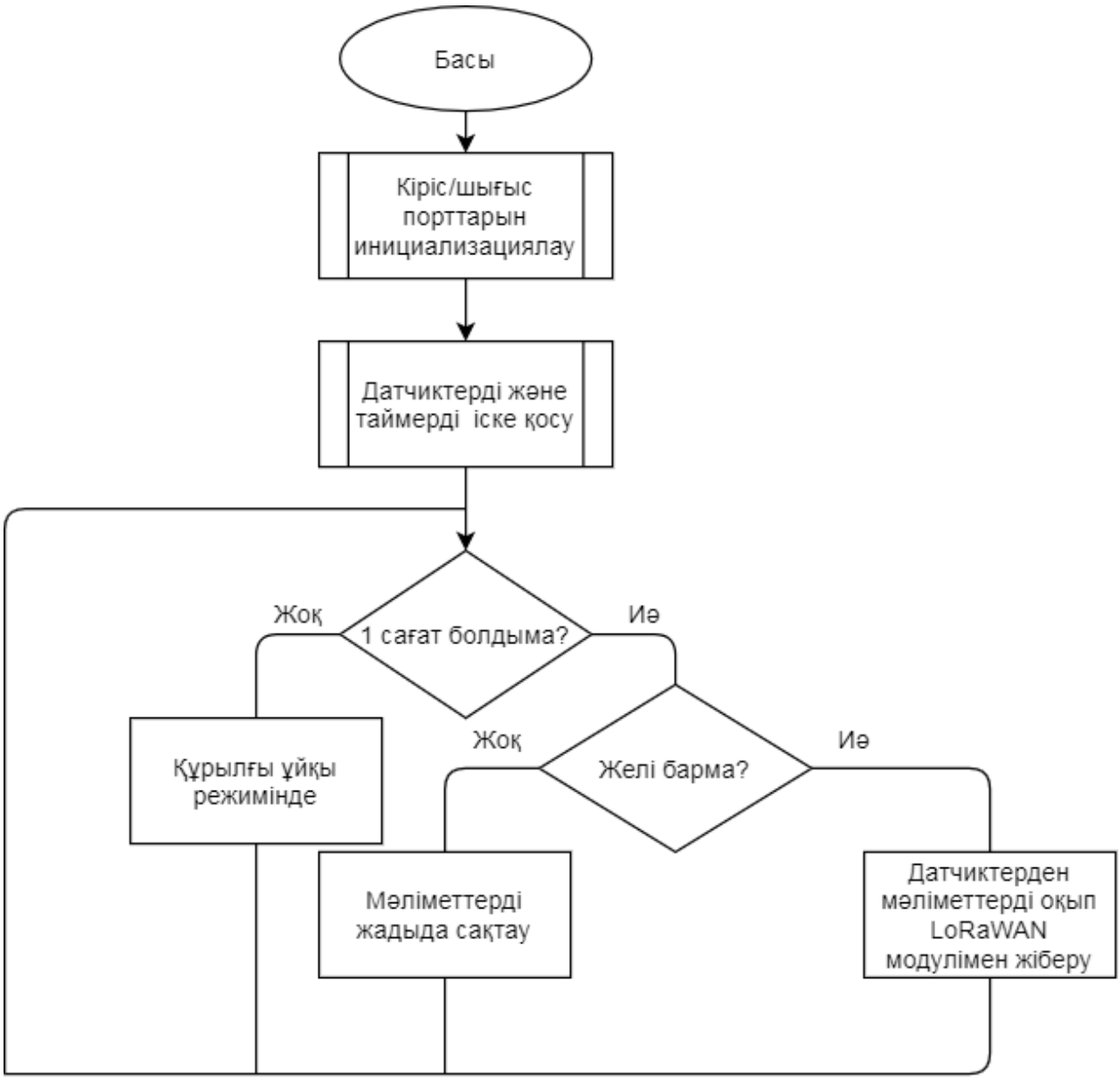
5.6 сурет – Ауа сапалығын тексеретін датчиктің принципиальді сұлбасы

5.2 Датчиктің жұмыс жасау алгоритмі

Датчикке қажетті компоненттердің таңдап болғаннан кейін және принципальдық сұлбасы дайын болғаннан кейінгі келесі кезең ол – алгоритмін құрастыру. Датчиктің жұмыс жасау алгоритмі келесідей:

- Құрылғы қосылған сәтте барлық перефериялық кіріс/шығыстары инициализациялайды;
- Құрылғы әрдайым ұйқы режимінде болады, демек энергия тұтыну аз болады, таймер арқылы әрбір 1 сағат сайын оянып мәліметтерді жіберіп отырады;
- Құрылғы әрбір сағат сайын температура және ауа сапасы датчиктерінен бақылауыш ақпаратты алып отырады;
- Сигнал болмаған жайғдайда құрылғы мәліметті өзіне сақтап отырады;
- Оператор құрылғыдан келген мәліметтерді анализ жасап веб интерейстен бақылап отырады.

Осы алгоритмге сәйкес құрылғы жұмысының блок сұлбасын жасаймыз. 5.6 суретте блок сұлба көрсетілген.



5.7 сурет – Блок сұлба

6 Құрылғының бағдарламасын жасау

6.1 Arduino IDE бағдарламасын жасау ортасы

Arduino IDE - бұл барлық Arduino микроконтроллерлеріне бағдарламалық жасақтама жасау үшін пайдаланылатын бірқатар бағдарламалық құралдар. Осы немесе басқа құралдардың жұмысын жазуға ыңғайлы көптеген кітапханалар бар. Arduino IDE бағдарламасының функционалдығын зерттеуді жеңілдету үшін жасалған кейбір жұмыстардың мысалдары да бар. Бағдарламалық жасақтама C ++ бағдарламалау тілін қолданды. Мен C ++ тілін оқу барысында білдім, сондықтан эскиз жазу қиынға соқпады. Эскиз - бұл Arduino IDE дамыту ортасында жазылған және ино кеңейтімі бар бағдарлама.

Arduino әзірлеу ортасы бағдарламалық жасақтаманы кодтайтын редактордан, хабарландыру аймағынан, мәтінді енгізу терезесінен (консольден), жиі пайдаланылатын командалық батырмалардан және кейбір мәзірлерден тұрады. Бағдарламалық жасақтаманы жүктеу және өзара әрекеттесу үшін Arduino аппараттық құралына қосылу.

Бағдарламада екі интегралды функция болуы керек: орнату () және цикл (). Код енгізілген өрнек жақшалар функционалдық аттың атауынан кейін және жақшалардан кейін жазылады.

Орнату () функциясы әр қуат көзі қосылғаннан кейін немесе Arduino картасы алынғаннан кейін ғана іске қосылады. Бұл функцияның «негізгі бөлігінде» айнымалы мәндерді инициализациялау, цифрлық порттардың жұмыс тәртібін белгілеу және т.б. процестер бар.

Loop () функциясы өзінің «денесінде» «шексіз циклде» жазылған бірқатар командаларды орындайды.

Arduino микроконтроллерінде бағдарламалық жасақтаманы жүзеге асыру үшін басқару картасын пайдаланатын дұрыс картаны, микроконтроллердің дұрыс түрін және дұрыс сериялық портты таңдау керек. Сіз бәрін құралдар мәзірінде реттей аласыз. Бағдарламалық құралды жалғанған сериялық интерфейсті Task Manager-де көруге болады. Бағдарламалық жасақтама алдын-ала бағдарламаланған арнайы жүктегіш көмегімен микроконтроллерге жүктеледі (Arduino 38 қоса, барлық микроконтроллерлер осы жүктеуішімен сатылады). Автоматты жүктеу құралы Atmel AVR қосымшасы AN109 ескертуіне негізделген. Автоматты жүктеу құралын RS232 интерфейсі, USB немесе Ethernet әсерінен танылған процессор тақтасының периферияльық құрылғыларына байланысты пайдалануға болады. Кейбір карталар, мысалы B. Arduino Mini, бағдарламалау үшін бөлек қосылымды қажет етеді.

6.2 Құрылғыны бағдарламалау қадамдары

Құрылғыны бағдарламау барысында бірнеше бөлікке бөліп қарастырамыз:

1) Ұйықтау режиміне көшу және одан шығу

```
void setup() {
  ADCSRA &= ~(1 << ADEN); // Аналогты кірістерді өшіреміз
  set_sleep_mode(SLEEP_MODE_PWR_DOWN);      //Ұйқы      режимін
орнатамыз
  cli(); // Сыртқы үзулерді тоқтатамыз
  sleep_enable();
  // Кернеуді бақылау бөлігін өшіреміз
  MCUCR != (1 << BODS) | (1 << BODSE);
  MCUCR &= ~(1 << BODSE);
  sei(); // Үзулерге мүмкіндік береміз
  sleep_cpu(); // Процессорды ұйқы режиміне кетірміз
  sleep_disable();
}
```

2) MQ135 датчигінен мәліметтерді оқу

```
int sensorValue; // айнымалыны белгілейміз
void setup(){
Serial.begin(9600); // Сериялық порттың жылдамдығын 9600 бодқа
орнатамыз
}
void loop(){sensorValue = analogRead(0); // Датчикті оқимыз
Serial.print("AirQua=");
Serial.print(sensorValue, DEC); // Оқылған мәліметті шығару
Serial.println(" PPM");
delay(60000);      // Қайта оқуға бір сағат күтеміз
}
```

3) RHF0M301 LoRaWAN модулімен мәліметтерді жіберу

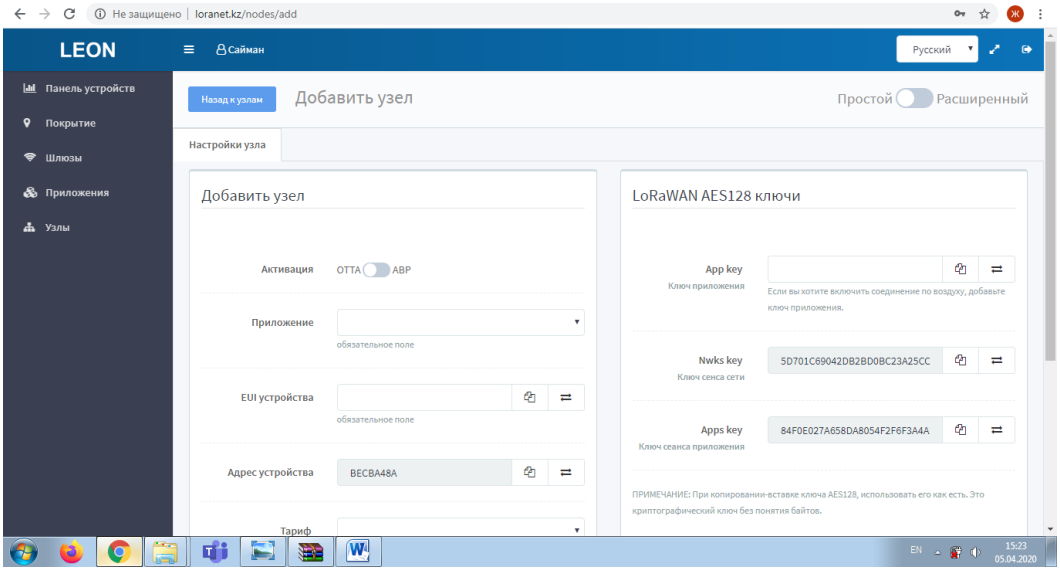
```
void setup(){
Serial.begin(9600); // Сериялық порттың жылдамдығын 9600 бодқа
орнатамыз
Serial.write("AT+RESET/r/n"); //модульді өшіріп қосамыз
Serial.write("AT+ID/r/n");
Serial.write("AT+ID=DevAddr,"1E C7 9A 1C"/r/n"); // модульге номер
орнатамыз
Serial.write ("AT+DR=EU868/r/n"); // 868 МГц диапазонын таңдаймыз
Serial.write("AT+CH=0,865.1,DR0,DR5/r/n"); // Каналды 0 ден 865.1
MHz орнатамыз
Serial.write("AT+CH=1,865.3,DR0,DR5/r/n"); // Каналды 1 ден 865.3
MHz орнатамыз
Serial.write("AT+RXWIN2=866.7,DR3/r/n");
Serial.write("AT+DR=DR0/r/n");// Әдепкі жылдамдықты орнатамыз
Serial.write("AT+POWER=14/r/n");// Шығыс қуатын 14 dBm орнатамыз
Serial.write("AT+ADR=ON/r/n");
```

```
Serial.write(“AT+KEY=AppSKey,"69 CA 57 51 C0 30 7B FF 80 C9 64 78 71 A8 07 E9"/r/n”);  // AppKey AES128 орнатамыз
Serial.write(“AT+CLASS=A/r/n”);// А класс режиміне ауыстырамыз
Serial.write(“AT+Join/r/n”);// Join командасын орнатамыз}
Void loop()
{
  Delay(60000); // әр сағат сайын
 Serial.write (“AT+CMSGHEX= Meter measure value”) // Өлшенген мәліметтерді жібереміз
}
```

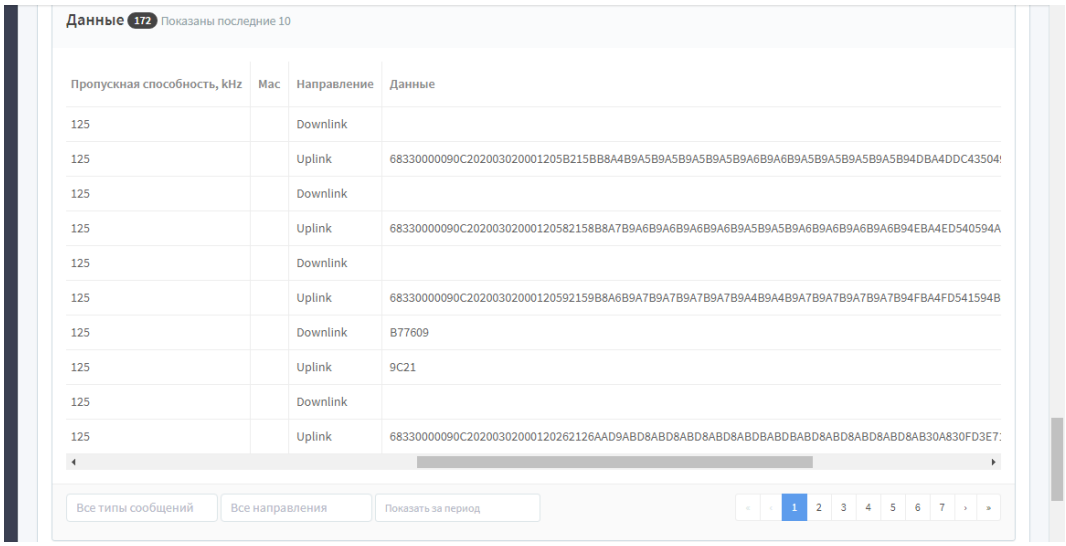
4) DHT11 температура датчигімен мәлімет алмасу

```
#include "DHT.h" // Датчик библиотексын қосу
#define DHTPIN 2 // Датчик қосатын порттын номері
// Датчикті инициализациялау
DHT dht(DHTPIN, DHT11);
void setup() {
Serial.begin(9600);
dht.begin();
}
void loop() {
delay(60000); // әрбір бір сағат сайын
//Ылғалдылықты оқимыз
float h = dht.readHumidity();
// Температураны оқимыз
float t = dht.readTemperature();
//Дұрыс оқылғандығын тексереміз
if (isnan(h) || isnan(t)) {
Serial.println("Мәліметтер дұрыс оқылмады");
return;
}
Serial.print("Ылғалдылық:"+h+" %\t"+"Температура: "+t+" *C ");
}
```

5) Аспаптың бағдарламасын жүктеп болғасын, серверге енгіземіз



6.1 сурет – Серверге аспапты қосу



6.2 сурет – Мәліметтердің келуін жүйеде көру терезесі

7. Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі

7.1 Қарастырылатын мәселелер

Қазіргі таңда компьютер және датчиктер өндірістің барлық салаларында кеңінен қолданылып келеді. Дипломдық жұмыста ауа сапалығын тексеретін датчикті және одан жіберілетін мәліметтер жүйесін қарастырған болатынбыз. Жүйенің структуралық сұлбасы келесі суретте көрсетілген.

7.1 сурет – Жүйенің құрылымдық сұлбасы

Жоғарыда көріп отырғанымыздай ауа датчигі сымсыз жүйеде жаңа түрдегі LoRaWAN радио желісі арқылы базалық станцияға жіберіледі, сәйесінше базалық станциядан серверге яғни қолдануышларға мәліметтер барады. Бұл жұмыс 2004 жылы 28 ақпанында №528-11 бекітілген "Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау туралы" заңына, 1999 жылы 10 желтоқсанда бекітілген "Қазақстан Республикасындағы Еңбек туралы" заңына, 2002 жылының 3 сәуірінде бекітілген "Қауіпті өндірістік объектілерінде өндірістік қауіпсіздік туралы" заңы және 1993 жылы 15 қараша айында бекітілген "Төтенше жағдайының құқықтық режимі туралы" Қазақстан Республикасының заңына сәйкес болуы қажет. Сондықтан да жұмыс барысы толығымен автоматтандырылған жүйеге көшіріледі. Демек адам күші тек қана жүйені сырттай бақылау ғана болмақ.

Қолданушы оператор және датчик орнатылған аумақтағы адамдарға негізгі қауіпті факторлар:

- датчиктің радиосигналының адам организіміне қауіпсіздігін тексеру;
- оператор және сервер орналастырылған бөлменің өрт болу қауіпі;
- оператор және сервер орналастырылған бөлменің дұрыс жобаланбаған жарықтандыруы;
- оператор және сервер орналастырылған бөлменің дұрыс жобаланбаған микроклимат;

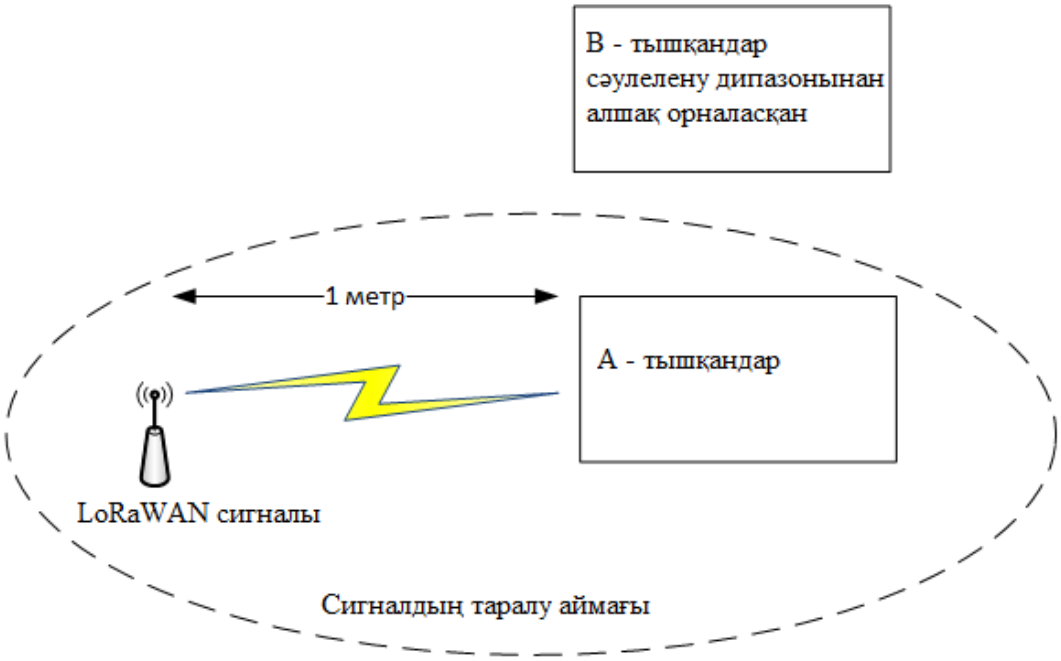
7.2 Датчиктің радиосигналының (LoRaWAN) адам организіміне қауіпсіздігін тексеру

Қазіргі таңда технологиялардың дамыған кезінде тіршілік иелерінің организмдеріне радиосигналдардың әсерін зерттеу маңызды салалардың бірі болып отыр. LoRaWAN құрылғылары иондаушы сәулелену сияқты зиянды әсер етпейтін, иондаушы емес сәулелену диапазонында жұмыс істейді. Соңғысы, өз кезегінде, әсер ететін затта иондар түзе алады. Иондаушы сәулеленудің бірнеше түрлері бар: альфа, бета, гамма-сәуле, сондай-ақ нейтрондық сәулелену. Алайда ионданбайтын электромагниттік сәуле жылу мен жылулық емес әсерге байланысты тірі организмдерге де әсер етуі мүмкін, бұл денсаулыққа айтарлықтай зиян келтіруі мүмкін. Төменде LoRaWAN сигналының қанның және гематологияның биохимиялық құрамына әсері туралы кейбір зерттеулердің материалдары келтірілген.

Сигнал күші жоғары болған кезде LoRaWAN тірі клеткаларды зақымдауы мүмкін «жылу эффектін» тудыруы мүмкін. Сондықтан LoRaWAN маршрутизаторларының ашық аймақта орнатылған қол жетімділік нүктелері үшін 0,614 В/м (0,1 Вт/см2) және үйде пайдаланылатын датчик 0,19 В/м (0,01 Вт/см2) қуатын ұсынатын санитарлық нормалар бар. Сәулеленудің әсерінен жасушалардың зақымдану деңгейін өлшеу кезінде арнайы сіңіру коэффициенті (SAR) қолданылады. Ол бір килограммның ваттқа қатынасымен өлшенеді (Вт/кг). SAR - электромагниттік өріс әсерінен дененің энергияны сіңіру жылдамдығын өлшейтін шама. SAR шектеулері АҚШ пен Еуропада әр түрлі. Қазақстанда және Ресейде радиация квадрат сантиметрге ваттпен өлшенеді.

Зерттеушілер жүргізген эксперименттің схемасы келесідей болды. 868 МГц жиілікте жұмыс істейтін сигнал генераторы бар антенна сәулесі «А» ұяшығына бағытталған. Ұяшық антеннаның алыс аймағында сәулеленуден бір метр қашықтықта орналасқан. Антеннаның алыс аймағы дегеніміз - өрістің бұрыштық таралуы антеннаға дейінгі қашықтыққа тәуелсіз аймақ.

«В» ұяшығына 15 ер тышқаны салынды. Ол сигнал генераторының жанында орналасқан, сондықтан радиация оларға ешқандай әсер етпеуі керек. Тәжірибе алты айға созылған, оның барысында тәжірибелік тышқандар күніне 8 сағат сәулелендірілді.



7.2 сурет – Тәжірибе сұлбасы

Антеннаның алыс ауданын анықтау үшін алдымен толқын ұзындығын анықтау керек

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3x10^8 m/s}{2.4GHz} = 0.125m \tag{7.1}$$

мұндағы,c – жарық жылдамдығы;
f – р адиациялық жиілік.

Сонда алыс аймақ формула бойынша анықталады

$$d = \frac{2D^2}{\lambda} = \frac{2(0.267)^2}{0.125} = 1.141m \tag{7.2}$$

Мұндағы D - антеннаның ұзындығы (тәжірибеде ол 0,267 метр)

Зерттеу барысында LoRaWAN сигналынан келетін жағымсыз биологиялық әсерлер тестілеу барысында анықталмады. Тәжірибе барысында 5 тест жасалынды солардың нәтижелері келесідей:

7.1 кесте– Зерттеу нәтижелері

Тест нөмері	Орган	A – клеткасындағылар			B - клеткасындағылар		
		R1	R2	R3	W1	W2	W3

7.1 кестенің жалғасы

1	Жүрек	N	N	N	N	N	N
	Өкпе	N	N	N	N	N	N
	Бауыр	N	N	N	N	N	N
	Көкбауыр	N	N	N	N	N	N
	Сүйек кемігі	N	N	N	N	N	N
	Ми	N	N	N	N	N	N
2	Жүрек	N	N	N	N	N	N
	Өкпе	N	N	N	N	N	N
	Бауыр	N	N	N	N	N	N
	Көкбауыр	N	N	N	N	N	N
	Сүйек кемігі	N	N	N	N	N	N
	Ми	N	N	N	N	N	N
3	Жүрек	N	N	N	N	N	N
	Өкпе	N	N	N	N	N	N
	Бауыр	N	N	N	N	N	N
	Көкбауыр	N	N	N	N	N	N
	Сүйек кемігі	N	N	N	N	N	N
	Ми	N	N	N	N	N	N
4	Жүрек	N	N	N	N	N	N
	Өкпе	N	N	N	N	N	N
	Бауыр	N	N	N	N	N	N
	Көкбауыр	N	N	N	N	N	N
	Сүйек кемігі	N	N	N	N	N	N
	Ми	N	N	N	N	N	N
5	Жүрек	N	N	N	N	N	N
	Өкпе	N	N	N	N	N	N
	Бауыр	N	N	N	N	N	N
	Көкбауыр	N	N	N	N	N	N
	Сүйек кемігі	N	N	N	N	N	N
	Ми	N	N	N	N	N	N

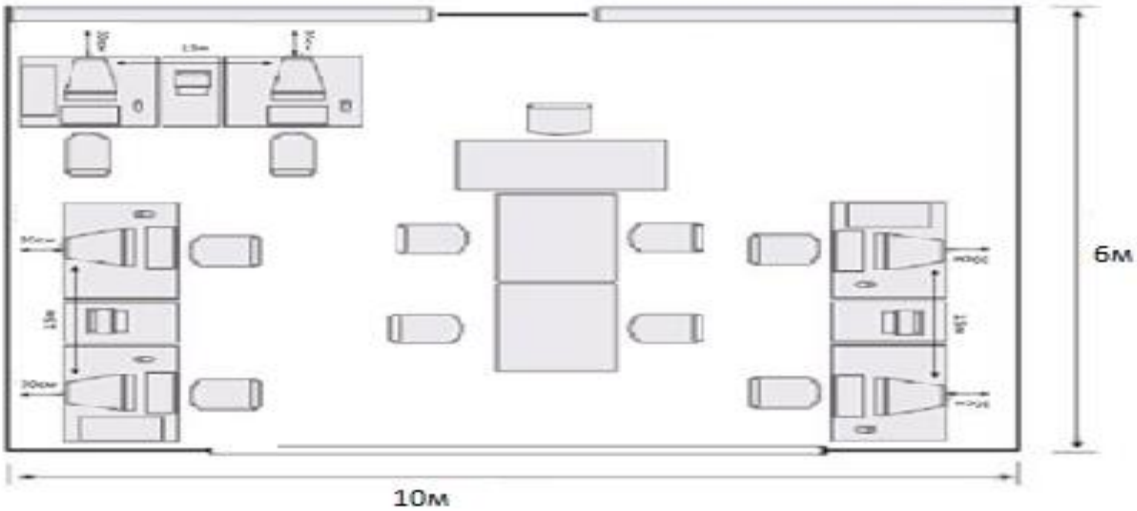
N = Нормальды; D = жасуша дегенерациясы (жасуша зақымдалған).

Тәжірибе нәтижесі ретінде ауа сапасын анықтайтын датчик жіберетін сымсыз сигналдың қоршаған ортаға әсерінің жоқтығын растап отыр.

7.3 Сервер және оператор бөлмесінің жұмыс жағдайының талдауы

Қарастырылатын бөлме: Опертордың жұмыс орны.

Бөлменің өлшемдері: ұзындығы $a = 6$ м, ені $b = 10$ м, биіктігі $h = 3$ м. Жалпы ауданы $a \times b = 60$ кв.м. Жұмыс бөлме 1 қабатта орналасқан. Оператор үшін жайлы еңбек шарттары жасалған, қызметкерлердің жұмысқа деген қабілеттілігін арттыру үшін және олардың денсаулығына зиян келмес үшін жұмыс орны дұрыс ұйымдастырылған. Жұмыс орның ұйымдастырудың маңызды кезеңдерінің бірі оператордың иеленетін орнының ауданың анықтау болып табылады. Бөлмеде 10 жұмысшы жұмыс жасай алады, демек, әр адамға 18 м^3, бұл санитарлық нормаға сәйкес (15 м^3 кем емес). Бұл аудан еңбек процесін қауіпсіз жүргізуді, энергия шығының үнемдеуді және ыңғайлы жұмыс жағдайын қамтамасыз етеді.



7.3 сурет – Опертордың жұмыс бөлмесінің сұлбасы

Жұмыс орнын ұйымдастыруда және орындалатын жұмыс түріне байланысты құрылғы элементтерінің қолайлы орналасуында оператордың атрофиялық мәліметтері ескерілуі керек. Экранға жиі қарайтындықтан, экранды оң жаққа, пернетақтаны және құжаттарды көру бұрышының ортасына орналастыру керек. Егер сіз үздіксіз жұмыс жасасаңыз, экран көрінетін өрістің ортасында, құжаттар үстелдің сол жағында немесе арнайы стендте болуы керек. [3]

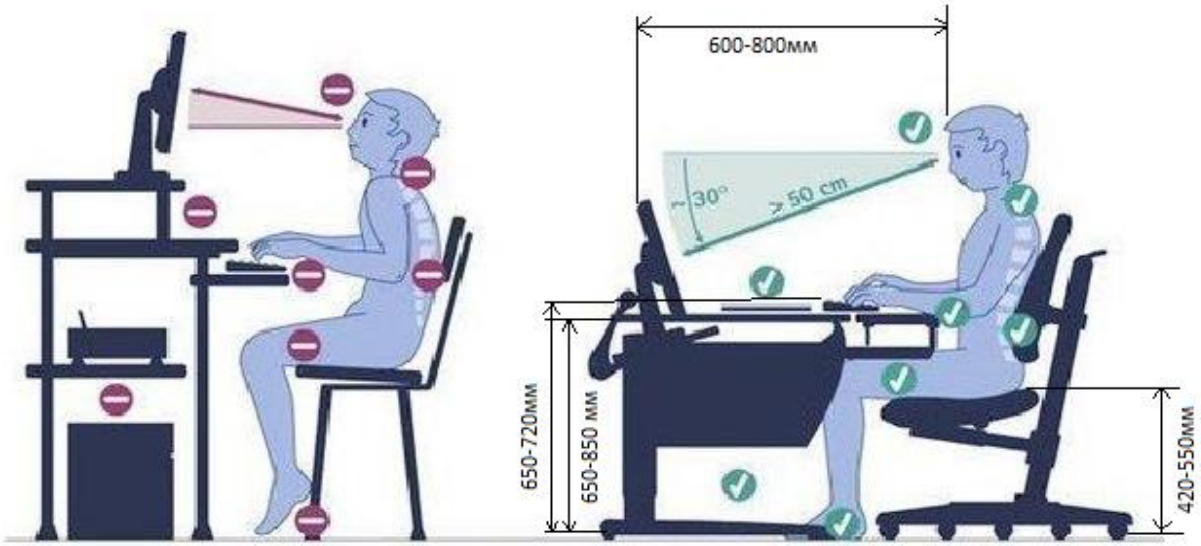
Экранның оңтайлы биіктігінің позициясы сектордың 30-40 градусына сәйкес болуы керек, оператордың көлденеңінен қарау бағыты. Көрнекі түрде экрандар арасындағы қашықтық 60-80 см болуы керек.

Дисплей тақтасы үстелге немесе арнайы стендке салынуы керек. Пернетақтаның еденге дейінгі биіктігі 65-тен 72 см-ге дейін болуы керек. Пернетақтаның еңкею бұрышы 15 ° болуы керек.

Үстел қатаң болуы керек. Кесте деңгейі құжат өлшемдеріне сәйкес келуі керек. Егер құжаттар мөлшері үлкен болса, үстел 160 х 90 см болуы керек. Үстелдің деңгейі мен жүргізуші орнының биіктігін реттеу керек. Үстел деңгейінің биіктігі 65-85 см аралығында орнатылуы керек. Егер сіз тіке

отырсаңыз, көлденең сызықтан үстелдің жұмыс бетіне дейінгі биіктігі 40-45 см болуы керек.

Дастархан матовый (сұр, жасыл) және оңай тазалануы керек. Үстелдің бұрыштары мен алдыңғы жоғарғы тақтайшаның жиегі дөңгелектенуі керек. Еденге қатысты орынның биіктігі 42-55 см аралығында орнатылуы керек. Оператордың өтініші бойынша көлбеу өлшемі 40-30-15 см және көлбеу 0-20 градус болатын тіректер орнатылады. [11]



7.4 сурет - Компьютерде дұрыс отыру қағидасы

Жұмыс орындықтарын жұмыстардың ұзақтығына байланысты таңдау керек: ұзақ уақыттыкта - үлкен орындық, аз уақыт жұмыс істегенде - оңай итерілетін, жеңіл құрылмалы орындық тандаған жөн.

Өлшем бойынша өндірістің аудан әрбір жұмысшыға 4,5 квадраттық метрден кем емес болатындай болуы керек.

Бөлмедегі микроклиматтың күйі.

Кондиционердің көмегімен бір жыл аралығында бөлмедегі температура, ауа ылғалдылығы, ауа қозғалу жылдамдығы нормалы түрде ұсталып тұр. Қолайлы микроклимат нормасы 7.2, 7.3 кестеде көрсетілген.

7.2 кесте– ЭВМ бар бөлмедегі қолайлы микроклимат нормасы

Мезгілі	Жұмыс деңгейі	Ауа температурасы, С	Салыстыр. ауа ылғалдылығы, %	Ауа қозғалу жылдамдығы, м/с
Суық	Жеңіл – 1	22-24	40-60	0,1

7.2 кестенің жалғасы

Суық	Жеңіл – 1	21-23	40-60	0,1
Жылы	Жеңіл – 1	23-25	40-60	0,1
Жылы	Жеңіл – 1	22-24	40-60	0,2

7.3 кесте – ЭВМ бар бөлмедегі ауаның иондану деңгейінің нормасы

иондану деңгейі	1 куб. см ауаға иондану саны	
	n +	n -
минималды қажеттілік	400	600
Қолайлы	1500-3000	30000-50000
максималды қажеттілік	50000	50000

7.4 Бөлменің өртқауіпсіздігі

Жұмыс орнында электр құрылғыларының, яғни компьютерлер мен серверлік құрылғылардың болуына байланысты қысқа тұйықталу, шамадан тыс жүктеме, үлкен ауыспалы бұзылыстар, ұшқындар және доғалардың салдарынан өрт шығу мүмкін. Бұл өрттің алдын алу үшін, шамадан тыс жүктеме мен қысқа тұйықталудан тиімді қорғауды қамтамасыз ету үшін сақтандырғыштар мен ажыратқыштарды, автоматты өрт сөндіргіштерді, эвакуациялық шығу есіктері мен бүріккіштерді таңдауды тексереміз.

Электр құрылғыларындағы өрттің негізгі себептері - қысқа тұйықталу, шамадан тыс жүктеме, үлкен ауыспалы ақаулар, ұшқындар және доғалар.

Сақтандырғыштар мен ажыратқыштар электр құрылғыларын шамадан тыс жүктемелерден және қысқа тұйықталудан тиімді қорғайды.

Сақтандырғыштар мен төмен инертті сақтандырғыштар кеңінен қолданылады. Балқымадан асып кетудің мәні келесі қатынас арқылы анықталады:

$$I_{вст.} = (1{,}21 \ldots 1{,}37) I_{ном.}, \qquad (7.3)$$

мұндағы, $I_{ном}$ – аспаптың номиналды тоқ мәні.

Инерционды–балқығыш сақтандырғыштар үлкен іске қосқыш тоқтары бар электр тізбектерін қорғайды және тұтынушының номиналды тоғы бойынша іске қосқыш тоқтарының есепке алуынсыз есеп айырысады:

$$I_{вст.} = (1{,}25 \ldots 1{,}5)\ I_{ном.} \qquad (7.4)$$

Қиын балқитын сақтағыштар тек қана қысқа тұйықталулардан электр тізбектерін қорғайды және жүктіктерден қорғамайды:

$$I_{вст.} = (1,4 \ldots 1,5)\ I_{ном.} \qquad (7.5)$$

PilotGLc Ivst тиісті жұмыс орнында. = 10 жолдық сүзгілер қолданылады.

Ғимараттың қабырғалары жанбайтын материалдардан, яғни силикат плиткасынан жасалған.

Эвакуациялық шығу саны екіден кем болмауы керек. Егер эвакуациялық шығу мен ең алыс жұмыс орны арасындағы қашықтық 25 м аспаса, эвакуациялық шығу есігі рұқсат етіледі.

Қарастырылып отырған жұмыс орны 1-ші қабатта орналасқан, 1 шығуы бар және эвакуациялық шығу қашықтығы 25 м аспауы керек.

Өрт туындаған жағдайда ғимаратты жөндеусіз жаңарту үшін эвакуациялық шығу есігі ретінде терезе торларын жаңарту қажет. ГОСТ ережелеріне сәйкес көмірқышқыл газын өрт сөндіргіш болуы керек. Бұл талаптар орындалады.

Техникалық ұйымдастыру шарабы. Жоғарыда айтылған адам өміріне қауіпті факторлардың әсерінен, деректер орталығының барлық қызметкерлеріне олардың жұмысына қауіп төндірмейтініне қарамастан қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқаулар беріледі.

7.4.1 Автоматты өрт сөндіру жабдығын таңдау

Автоматты өрт сөндіру жабдығын электрлік етіп аламыз. Спринклерлі шаңдандырушы басының шыны клапанмен жабылған шығар тесігі болады. Ол оңайбалқитын металл қоспадан жасалған құлыппен ұстатулы. Өрт салдарынан ауа температурасы жоғарылап, құлып балқиды да клапанды босатады. Сол арқылы су розеткаға құлап, шаңдандырылады және жанып жатқан затты суландырады. Құлып қоспасының балқу температурасын жану (тұтану) мүмкіндігі шарттарына байланысты 73, 93, 141 немесе 182°С деп қабылдайды. Бір мезгілде бақылау-белгі беру аппаратының көмегімен өрт жөнінде дыбыстық белгі беріледі.

Сигнал беруші ретінде ИП-103-А2-1М жылулық максималды-дифференциалды хабарлағышты (извещатель) таңдаймыз. Оның сипаттамалары төменде келтірілген:

- іске қосылу номиналды температурасы $t_{ср}$=62±3.5°С;
- хабарлағыш іске қосылу инеттелігі $\tau_{и.изв}$= ≤55с.

Енді өрт шығуын табуға кеткен уақытты есептейміз:

$$\tau^{треб}_{обн} = \tau_{пор.ср.} + \tau_{и},$$

мұндағы, $\tau_{и}$- хабарлағыш-қабылдау-бақылау аспап жүйесінің уақыт инерттілігі. Ол келесілерден тұрады:

$\tau_{и.изв}$-хабарлағыштың іске қосылу инерттілігі, осы қабылданған хабарлағыштың типі үшін $\tau_{и.изв}$=55с.

$\tau_{и.пкп}$- қабылдау-бақылау аспабының іске қосылу инерттілігі, қабылдау-бақылау аспабының шапшандылығы электрлік схема арқылы анықталады. Және де заманауи аспаптар үшін жүздеген доли секундпен өлшенеді. $\tau_{и.пкп}$=1с деп қабылдаймыз.

$\tau_{пор.ср}$ –қоздырғыштың яғни хабарлағыштың іске қосылу шегіне жету уақыты.

Өрт сөндіретін хабарлағыштың іске қосылу шегіне жету уақытын анықтайық (t=62°C). Температура 62°C және α=4 кезінде жылулық ағын тығыздығының көлемі q≈1 кВт/м^2.

Осыдан төмендгі формула бойынша уақытты табамыз:

$$\tau_{пор.ср.}=\sqrt{(q*F_{огр}/(\beta*M*\pi*V_л^2*Q^р_н)}=$$

$$=\sqrt{(1*1176/(0.95*0.018*3.14*0.067^2*16500))}=17.19 \text{ сек.} \quad (7.6)$$

Осы жерден өрт шығуын табуға кететін уақытты табамыз:

$$\tau^{треб}_{обн}= \tau_{пор.ср.}+ \tau_и=17.19+55+1=73.19с. \quad (7.7)$$

Енді келесі шарттың орындалуын тексереміз:

$$\tau^{треб}_{обн}\leq\tau_{п.д.} – (\tau_{кл} +\tau_{тр} +\tau_{эл}), \quad (7.8)$$

мұндағы, $\tau_{п.д.}$–өрттің өрбуінің шекті рұқсаттылығы,$\tau_{п.д.}$= 101.7сек.

$\tau_{кл}$–өрт сөндіру қондырғысының клапанының инерттілігі, КМ-200 клапаны үшін инерттілігі мынаған тең $\tau_{кл}$=0.2с.

$\tau_{тр}$- құбыр арқылы өтетін өртті сөндіретін заттың қозғалу уақыты.

Судың құбыр бойынша жылдамдығы V=3м/с, өрт сөндіру станциясына дейінгі қашықтық $L_{стан}$ =30м, бөлме габариті ($L_{габ}$ =13+5=18м) және тіреуші биіктігі $L_{стояк}$=6м, сонда клапан мен ең жақын сушашқыш (ороситель) арасының құбырыр арқылы өтетін өрт сөндіруші затың өту уақыты мынаған тең:

$$\tau_{тр}= (L_{стан} +L_{габ} + L_{стояк})/V=(30+18+6)/3=18с. \quad (7.9)$$

мұндағы,$\tau_{эл}$ – электрлік схеманың қосылу инерттілігі.

$\tau_{эл}$ =1с деп аламыз. Сонда:

$$\tau^{треб}_{обн}=73.19 \leq 101.7- (0.2+18+1)=82.5с$$

Керекті шарт қанағатандырылды, демек таңдалған автоматты өрт сөндіру жабдығы дұрыс таңдалды.

7.4.2 Сушашқыш қондырғысын орналастыру

Сушашқыш ретінде СВН-10 типті сушашқышын қолданамыз. Әр сушашқыш 9 м^2 ауданын қорғайтын мүмкіндігі бар. $F_{орос}$ =3*3=9 м^2. Сонда қарастырылып отырған бөлменің ауданы S=13*5=65м^2 . Бізге қажет сушашқыш санын n келесідей

$$n=S/ F_{орос} =65/9=7.2\approx 8 \text{ дана.} \qquad (7.10)$$

Сонда 2 қатар бойына 8 дана сушашқыш қондырамыз.

Қорытынды: электр жабдықтарын тоқтың шамадан тыс жүктеу және қысқа тұйықталуынан тиімді қорғау, эвакуациялық шығу, сушашқыш қондырылды, автоматты өрт сөндіру жабдығы таңдалды және барлық талаптарға жауап береді және салыстырмалы түрде арзан.

7.5 Бөлмені табиғи жарықтандырудың есебі

СНиП 11-4-89 құжаты негізінде табиғи емес жарықтандыру шарттары оператор жұмыстары көз жұмысын талап ететін жұмыстарға, адамдардың физикалық және моральдік көңіл-күйіне көп әсер етеді.

Авариялық жарықтану, жалпы жарықтанудан 5%-ке аз жарықтануды қамтамасыз етуі керек, бірақ ғимарат ішінде оның деңгейі 2 лк-дан аз болмауы керек.

Эвакуациялық жарықтану, адамнның қауіпті деген өтетін жерлеріне орналасады, ол өтетін жолдардың еденінде, баспалдақтарда орналасады, оның деңгейі ғимарат ішінде 0,1 лк, ал ашық территорияда 0,2 лк болу керек.

7.4 кесте – Жарықтану нормасы

Жұмыс орны	Жарықтандыру беті, еденнен биіктігі	Жарықтану нормасы, лк		$К_П$,% артық емес
		Комбинациялық жарықтану	Жалпы жарықтану	
Машиналық зал	Г-0,8	750	400	15
ЭЕМ эксплуатациялық зал	Г-0,8	750	400	15
Техникалық қызмет көрсету залы	Г-0,8	750	400	15

Жұмыс орынның жасанды жарықтандырылуы. Жұмыс бөлмесінің жасанды жарықтандырылуының шарттары адамның көру жұмыс кабілеттігіне, физикалық және моральдық күйіне үлкен әсер етеді, ал бұл еңбек өнімділігіне және өнімнің сапасына әсер етуіне әкеледі.

Еңбектің жағымды шарттарын құру үшін жұмыс орны жарықталуы келесі талаптарға сай болу керек:

-жұмыс орындағы жарықталуы тазалық нормаға сәйкес болу керек;

-жұмыс бетіндегі және қоршаған кеңістіктің шектегі жарық мүмкіндігінше біркелкі таратылу керек;

-жұмыс бетіндегі кенет көленкенің болуы жарықтың біркелкі емес таратылуына әкеледі, сондықтан оларды мүмкіндігінше жою керек;

-көру алаңында жарқылдық (тура немесе шағылысқан) болмау керек.

Жұмыс орнын жарықтандыру – қолайлы еңбек жағдайларын жасаудың маңызды факторы. Табиғи жарық тәуліктің күндізгі уақыты және ол ғимараттардың терезе, шатыр ойықтарынан түседі. Табиғи жарық өзінің спектрлік құрамы бойынша ең ыңғайлы болып табылады. Ал жасанды жарық керісінше адамның көру органы – көзімен қабылдауда салыстырмалы күрделігімен ерекшеленеді. Дұрыс жобамен жасалған өндірістік жарық көру қабілеттілігін жақсартады, шаршауды азайтады, еңбек өнімділігінің артуына жағдай жасайды, сонымен қатар жұмысшыға психологиялық түрде жарақат алмауына көмектеседі. Жарықтандырудың жеткіліксіздігі көрудің күштенуіне, назардың әлсіреуіне, тез шаршауға әкеп соқтырады. Жұмыс орнында жарықтықты дұрыс бағыттамау жұмыс орнында көленкелердің көптеп болуына және жұмысшы әлсіреуіне әкеледі. Бұл себептердің барлығы оқыс жағдайға немесе профауруларға әкелуі мүмкін, сол үшін жарықтықты дұрыс есептеу өте маңызды (18).

Табиғи жарық құрылым ерекшелігіне қарай әртүрлі топқа бөледі: ішкі қабырдағы ойық арқылы өтсе оны жанама, бүркеудегі жарық ойықтары арқылы шамнан өтсе оны жоғарғы, осы жанама және жоғарғы табиғи жарықтардың қосындысын құрама табиғи жарықтандыру деп атаймыз.

Табиғи жарықтандыру табиғи жарық еселуішімен сипатталады ТЖЕ. Жанама жарықтандыруда ең төменгі мән (e_{min}) мөлшерленеді. Ал жоғарғы және құрама жарықтандыруда, ТЖЕ орташа мәні мөлшерленеді.

Оператор бөлмесінің берілгендері: бөлме ұзындығы L=10м, ені B=6 м, биіктігі H=3м, терезе биіктігі 1,5м. Жұмыс орнының биіктігі 0,7м. Алматы қаласы жарық IV белбеуде. Қасында ешқандай ғимарат жоқ.

Терезенің жалпы ауданын мына кейіптемемен анықталады:

$$S_0 = \frac{S_n e_n \eta_0 K_{зу} K_з}{100 \tau_0 \tau_1} \quad ,м^2 \qquad (7.11)$$

мұндағы, S_0 - жанама жарықтандырудағы, жарық ойықтарының ауданы,м^2

S_n - бөлме еден ауданы, м^2

$$S_n = L*B = 10*6 = 60м^2 \qquad (7.12)$$

мұндағы, η_0 - терезенің жарықтық сипаттамасы келесі кестеден анықталады:

$$\eta_0 = L/B = 10/6 = 1,67 \quad B/h_1 = 6/3 = 2$$

$$\eta_0 = 16;$$

7.5 кесте – Жарық ойықтарындағы η_0 жарықтандыру сипаттамасы

L:B қатынасы	B:h_1 ,болғандағы η_0								Түсініктеме
		,5					,5	10	
1	1	5	6	8	1	3	6,5	29	L-ғимарат ұзындығы B-ғимарат тереңдігі h-жұмыс орнындағы деңгейден жоғарғы терезеге дейінгі биіктік

e_n– ТЖК нормаланған мәні

$e_n = e_h * m_n$ $\quad e_н^{IV} = 1,5$ (жұмыс көзінің сипаттамасы)

m= 0,75 (Алматы жарық климатының коэффициенті)

c=0,8;

$e_n = 1,5*0,75*0,8 = 1,103$

τ_0 - жарық өткізудің жалпы коэффициенті

$$\tau_1 = 0,5; \tau_2 = 0,6; \tau_3 = 0,8$$
$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 0,24$$

$К_{зд}$- қасында ғимараттар болған жағдайда, терезенің қараңғылығын ескеретін коэффициент, біздің жағдайда $К_{зд}$=1.

7.6 кесте – Коэффициенттер

:$Н_{зд}$	,5		,5			Түсініктеме: Р-қарастырылып отырған ғимарат арасындағы қашықтық
зд	,7	,4	,2	,1		$Н_{зу}$-қарастырылып отрыған терезе ернеуінің биіктігі

$К_з$- қор коэффициенті; $К_з$=1,2.

r_1- жанама жарықтықта ТЖК өсуін ескеретін коэффициент; r_1=1,6.

Сонымен терезенің жалпы ауданы мына кейіптемемен анықталады:

$$S_0 = \frac{S_п e_п \eta_0 К_{зд} К_з}{100 \tau_0 \tau_1}, \qquad (7.13)$$

$$S_0 = \frac{60 \cdot 1{,}103 \cdot 16 \cdot 1 \cdot 1{,}2}{100 \cdot 0.24 \cdot 1.6} \cong 33{,}18 м^2.$$

Бір жақты жанама жарықтандыруды қарастырдық, бір ойықтың ауданың келесі кейіптемемен есептейміз:

$$S_{10} = 3 \cdot 1.5 = 4.5_{М^2}$$

Сонда ойықтардың жалпы саны:

$$n = \frac{S_0}{S_{1_0}} = \frac{33{,}18}{4.5} \approx 7 \qquad (7.14)$$

Қорытынды: бөлменің табиғи жарықтығын қамтамасыз ету үшін 7 терезе жеткілікті.

8 Экономикалық есептеу бөлімі

8.1 Аспаптың сипаттамасы мен қажеттілігінің негіздемесі

Бұл дипломдық жұмыста ауа сапасын өлшейтін аспап жасалынды. Ауа сапасын өлшеу қажеттілігі қазіргі таңда еліміз үшін өте маңызды бағыттардың бірі болып табылады.

Алматы қаласында атмосфераны ластаудың 20% жеке секторлар мен жылу энергетикалық жүйелердің еншісіне тисе, 80% - автокөліктердің еншісінде. Қоршаған ортаға жанусыз қалған көмірсутектері мен олардың толық жанбауынан шыққан өнімдердің мөлшері бензинмен жүретін автокөліктерде дизельді автокөліктерге қарағанда анағұрлым көп. Сондықтан қаламызда ауаның сапасын әрбір көшеде, шағынаудандарда бақылаудың қажеттілігі артып отыр. Жұмыста жобалап отырған аспап бақылау мәселесін түпкілікті шешеді, сонымен қатар бұл жұмыста әлемде жаңадан қолдынылып отырған мәліметтерді ұзақ қашықтыққа жіберу LoRaWAN технологиясы қолданылады. Жұмыстың тағы бір ерекшелігі жобаланған аспап ақылды қала жүйесінің құрамдас бір бөлігі болып табылады.

Жобалау және жинау жұмыстарын өткізудің өзіндік бағасын анықтау үшін келесі шығындарды есептеу қажет:

– Жобалау мен жинау жұмыстарының еңбек сиымыдылығын;

– негізгі қызметкерлердің төлемақысы (яғни жұмысқа тікелей қатысатын қызметкерлер үшін);

– қосымша төлемақы;

– еңбек қорына төлем;

– еңбек қоры төлемінен әлеуметтік салыққа түсетін аударым көлемі;

– амортизациялық аударым көлемі;

– материалдарға кеткен шығын көлемі;

– үстеме шығындардың соммасы.

Аспап шығынының ішіне еңбек ақы шығыны да, еңбек ақыдан аударылымдар, амортизациялық және тағы да басқа шығындар кіреді, олар мынандай формуламен анықталады:

$$С = ЕАҚ + О_{СН} + А + С_{ЭЭ} + С_{МжК} + С_{ТО} + С_{ПР} + С_{Н}, \qquad (8.1)$$

мұндағы, ЕАҚ – еңбек ақы қоры,

$О_{СН}$ – әлеуметтік салық,

А – амортизациялық аударылымдар,

$С_{ЭЭ}$ – электрэнергисының шығындары,

$С_{МжК}$ – материалдар және көмекші бөлшектер шығыны,

$С_{ТО}$ – техникалық қызмет көрсету шығыны,

$С_{ПР}$ – басқада шығындар,

$С_{Н}$ – үстеме шығындар.

8.2 Жобалау мен жинаудың еңбек сыйымдылығы мен ұзақтығын есептеу

Бұл дипломдық жұмыстағы аспапты жобалау мен жинау келесі сатылардан тұрады:

– пәндік облысты зерттеу;
– LoRaWAN технологиясын зерттеу;
– таңдалған әдістің өнімділігін есептеу;
– аспапты құрастырып жинау және бағдараламалау;
– құрылғыны сынақтан өткізу.

Еңбек сыйымдылығының кезеңдері мен жұмыс түрі бойынша аспапты дайындау (құрастыру) жұмыстарының еңбек сыйымдылығы бағаланады. Себебі бірнеше ескеру керек қиын факторлардан тұрады.

Жобаны жасауға 2 қызметкеер қатысуы керек. Олар: инженер элекронщик және инженер-бағдарламалаушы. [10]

Инженер электронщик аспапқа қажетті компоненттерді таңдап оны құрастырып тексеруін қамтамасыз етеді. Инженер бағдарламалаушы аспап жұмысының алгоритмін құрып соны төмен деңгейлі тіл С++ тілінде жүзеге асырады.

Аспапты құрастыру бойынша еңбек сыйымдылығына баға беру 8.1 кестеде көрсетілген.

8.1 кесте – аспапты құрастыру бойынша еңбек сыйымдылығын есептеу

	Жұмыстың мазмұны	Орындаушылар	Ұзақтығы, күн
	Пәндік облысты зерттеу	Инженер электронщик Инженер бағдарламалаушы	5 5
	LoRaWAN технологиясын зерттеу	Инженер электронщик Инженер бағдарламалаушы	5 4
	Таңдалған тәсілдің өнімділігін есептеу	Инженер электронщик Инженер бағдарламалаушы	3 1
	Аспапты құрастырып жинау және бағдараламалау	Инженер электронщик Инженер бағдарламалаушы	6 7
	Аспапты сынақтан өткізу	Инженер электронщик Инженер бағдарламалаушы	5 1
	Аспапты орнату	Инженер электронщик Инженер бағдарламалаушы	2 2
	Барлығы		46

Жоба бойынша істелген жұмыстың еңбек сыйымдылығы:

– инженер электронщик– 26 адам-күн;
– инженер бағдарламалаушы – 20 адам-күн.

8.3 Жұмысшылар жалақысымен әлеуметтік аударымдарды есептеу

Еңбек ақы екі жасаушыдан құрылады: негізгі еңбек ақы және қосымша еңбек ақы сомасы (немесе еңбек ақы қоры, ЕАҚ) негізгі еңбек ақы және қосымша еңбек ақы сомасы мына формуламен есептеленеді:

$$ЕАҚ = З_{осн} + З_{доп}, \quad (8.2)$$

мұндағы, $З_{осн}$ – негізгі еңбек ақы, мың тенге;
$З_{доп}$ – қосымша еңбек ақы, мың тенге.

Жұмысшылардың негізгі еңбекақысы мына формула мен анықталады:

$$З_{осн} = З_{ср} * Т, \quad (8.3)$$

мұндағы, $З_{осн}$ - жұмысшылардың еңбек ақысы;
$З_{ср}$ - орташа күндік еңбекақы;
Т - еңбек ресурсы (46 күн).

Жұмысшылардың негізгі еңбекақысын есептеу

А) инженер электронщик:

Орташа күндік еңбекақы алматы қаласы үшін:

$З_{ср}$ =157000 (https://kz.trud.com/kazakhstan/salary/304584/3624.html) / 22 (бір айдағы жұмыс күні) =7136 тг.

$$З_{осн} = 7136 * 26 = 185536 \text{ тг.}$$

Б) инженер бағдарламалаушы:

Орташа күндік еңбекақы алматы қаласы үшін:

$З_{ср}$ =313636 (http://trudbox.kz/statistics/inzhener_programmist)/ 22 (бір айдағы жұмыс күні) = 14256 тг.

$$З_{осн} = 14256 * 20 = 285120 \text{ тг.}$$

8.2 кесте – Негізгі жалақы есебі

Қызметкерлер	Айлық, тг/ай.	Қызметақы тг/күн.	Еңбек сыйымдылығы, адам-күн.	Сомасы, тг.
Инженер электронщик	157000	7136	26	185536
Инженер бағдарламалаушы	313636	14256	20	285120
Қызметкерлердің негізгі жалақы $З_{осн}$				470656

Қосымша еңбек ақы негізгі еңбек ақының 20 % құрайды және келесі формуламен есептелінеді;

$$З_{доп} = 0,2 \times З_{осн}. \quad (8.4)$$

А) инженер электронщик:

$$З_{доп} = 0,2 \times 185536=37107,2 \text{ тг.}$$

Б) инженер бағдарламалаушы:

$$З_{доп} = 0,2 \times 285120 = 57024 \text{ тг.}$$

Толық ЕАҚ:

$$ЕАҚ =470656+94131.2=564787.2 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік салық ЕАҚ 9,5 % құрайды (ҚР СК 358 б. 1-тарау) жұмыскердің табысынан, мынандай формуламен есептеледі:

$$О_{СН} =(ЕАҚ - ЗА) \times 9,5\%, \quad (8.5)$$

мұндағы, ЗА – зейнетақы аударылымдар,

ЕАҚ-тан 10% құрайды және әлеуметтік салықпен міндеттелмейді:

$$ЗА = ЕАҚ - 10\%. \quad (8.6)$$

Зейнетақы аударылымдар:

$$ЗА=56478,72 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік салық:

$$О_{СН}=(564787.2-56478,72) \times 9,5\%=48289.30 \text{ тг.}$$

8.4 Аспапты жасауға кеткен материалдық шығындарды есептеу

Аспапты жасау үшін аппараттық компоненттер алынды, соларға кеткен шығындар 8.3 кестеде көрсетілген.

8.3 кесте - Жабдықтардың құны мен тізімі

Зат атауы	Маркасы	Саны	Құны(теңге)	Жалпы құны(теңге)	Бағаларының сілтемесі
Arduino	Nano	1	1600	1600	http://ba3ar.kz/k1_473.php

8.3 кестенің жалғасы

Кабель	USB 2.0 (A-B)	1	340	340	Нарықтан алынған
Ауа сапасының датчигі	MQ-135	1	1000	1000	http://ba3ar.kz/k1_1043.php
Температура мен ылғалдылық датчигі	DHT-11	1	600	600	http://ba3ar.kz/k1_593.php
Жарық диодтары	Лот F3 3 мм	3	15	45	http://megaom.kz/radiodetali/optoelektronika-i-istochniki-sveta-led/opt/dip-svetodiody-vyvodnye/svetodiod-5mm-krasnyj-matovyj-600-800-mcd-svetodiod-diametrom-5-mm-i-vysotoj-linzy-8-7-mm
Нақты уақыт модулы	DS3231SN	1	900	900	http://ba3ar.kz/k1_357.php
Резистор	10 кОм	3	5	15	http://megaom.kz/radiodetali/rezistory/smd-rezistory/smd-rezistory-1206-1/rezistor-smd-10k-1206-1

8.3 кестенің жалғасы

LoRaWAN модулі	RisingHF	1	3425	3425	http://www.lojarf.com/risinghf/wireless-module/rhf0m301-lora-gateway-and-concentrator-module
Байланыстыру сымдары	FM 10см 2,54мм	1	200	200	Нарықтан алынған
Плата	SYB-170	1	100	100	Нарықтан алынған
Болт	M2,5	6	10	60	Нарықтан алынған
Гайка	M3	6	5	30	Нарықтан алынған
Шайба	M3	12	10	120	Нарықтан алынған
Аспап корпусы	16 см х 6 см х 9 см	1	500	500	Нарықтан алынған
Барлығы: $C_{обр}$				8935 тг	

Электрэнергия шығындары мына формуламен есептеледі:

$$C_{ЭЭ} = Қ \times k_з \times T \times C_{кВт\text{-}сағ}, \quad (8.7)$$

мұндағы Қ – ЭЕМ қуаты (450 Вт=0.45 Вт);

$k_з$ – жүтеме коэффициенті (0.8);

$C_{кВт.с}$ – 1 кВт-сағ электрэнергиясының құны;

Т – жұмыс уақыты, сағ. (бағдарламалушының жұмыс уақыты 20 күн, 160 сағат)

$C_{кВт.с}$ – 19,17 тг. НДС-пен. (https://esalmaty.kz/ru/home-tariffs)

Электрэнергия шығындары:

$$C_{ЭЭ}=0,45\times 0,8\times 160\times 19,17=1104,19 \text{ тг.}$$

Материалдар мен көмекші бөлшектер шығыны, аспапты жинау мен бағдарламалық өнімін жазу барысында қолданылды ($С_{МжК}$), сонымен қатар техникалық қызмет көрсету шығыны ($С_{ТО}$), жабдықтың құнынан 1.5% және 2.5% құрайды және мына формулалар мен есептеледі (18 – 19): [9]

$$С_{МжК} = 0,015 \times С_{обор,} \quad (8.8)$$

$$С_{ТО} = 0,025 \times С_{обор}. \quad (8.9)$$

Материалдар мен көмекші бөлшектер шығыны:

$$С_{МжК} = 0,015 \times 8935 = 134.02 \text{ тг.}$$

Техникалық қызмет көрсету шығыны:

$$С_{ТО} = 0,025 \times 8935 = 223,375 \text{ тг.}$$

Басқару мен қызмет көрсетуге байланысты үстеме шығындар, сондай-ақ жабдықты пайдалану кезіндегі және де кәсіпорын үдерістері мен айналымдарынан қосымша шығындар еңбек ақы қорынан 50% құрайды және де мына формуламен есептеледі:

$$С_{Н} = 0,5 \times ЕАҚ. \quad (8.10)$$

Үстеме шығындар:

$$С_{Н} = 0,5 \times 564787,2 = 282393,6 \text{ тг.}$$

8.5 Аспаптың амортизациясын және өзіндік құнын есептеу

Амортизациялық аударымдар $С_а$ келесі формуламен анықталады:

$$С_а = Н \times Ф \quad (8.11)$$

мұндағы, Н – орташа жылдық амортизация нормасы, %
Ф – құрылғының бастапқы бағасы, тг.

Қазақстан Республикасының салық кодексының 25.12.2017 N 120-VI ЗРК «Салықтар және бюджетке түсетін басқа төлемдер туралы» бөлімі бойынша автокөлік және құрылғылар (II топ) үшін амортизацияның шектік нормасы 25 %-ды құрайды.

Құрылғы жаңадан жобаланып отырғанына орай онын бағасын есептейміз, ол үшін интеллектуалды еңбегімізді есептейміз.

Интеллектуалды еңбектің бағасы (бағдарлама нәтижесі және ғылыми – зерттеу жұмысы).

Баға – бұл өзіндік құн, таза табыс және НДС қосындысы

$$Ц = С + П \quad (8.12)$$

мұндағы, Ц – баға;
С - өзіндік құн;
П – таза табыс.

Заттың бастапқы бағасын табатын кезде тиімділіктің болжам деңгейін аламыз, бұл жағдайда тиімділіктің байланыс саласы бойынша орташа деңгейін 20 – 40% аламыз

$$Ц_п = С (1 + Р/100), \quad (8.13)$$

мұндағы,Р – тиімділік (20 – 40%);
$Ц_п$ – бастапқы баға.
С – өзіндік құн ретінде негізгі материалдық шығынды алатын болсақ 8935 шамасына сәйкес келеді.

Заттың бастапқы бағасы:

$$Ц_п = 8935 (1+40/100) = 12509 \text{ тг.}$$

Сату бағасын қосымша салық бағасымен (НДС) есептеп табамыз

$$Ц_р = Ц_п + НДС \quad (8.14)$$

Қосымша салық бағасы НДС 12% (2009).

$$Ц_р = Ц_п * 1,12.$$

Сату бағасы:

$$Ц_р = 12509*1,12 = 14010.08 \text{ тг.}$$

Аспап үшін амортизациялық аударым көлемі:

$$С_а = 14010,08 \times 0,25 = 3\,502,52 \text{ тг.}$$

$$С_{жоба} = 564787.2 + 48289.30 + 3502,52 + 1104,19 + 134,02 + 223,375 + 282393,6 = 900434,205 \text{ тг.}$$

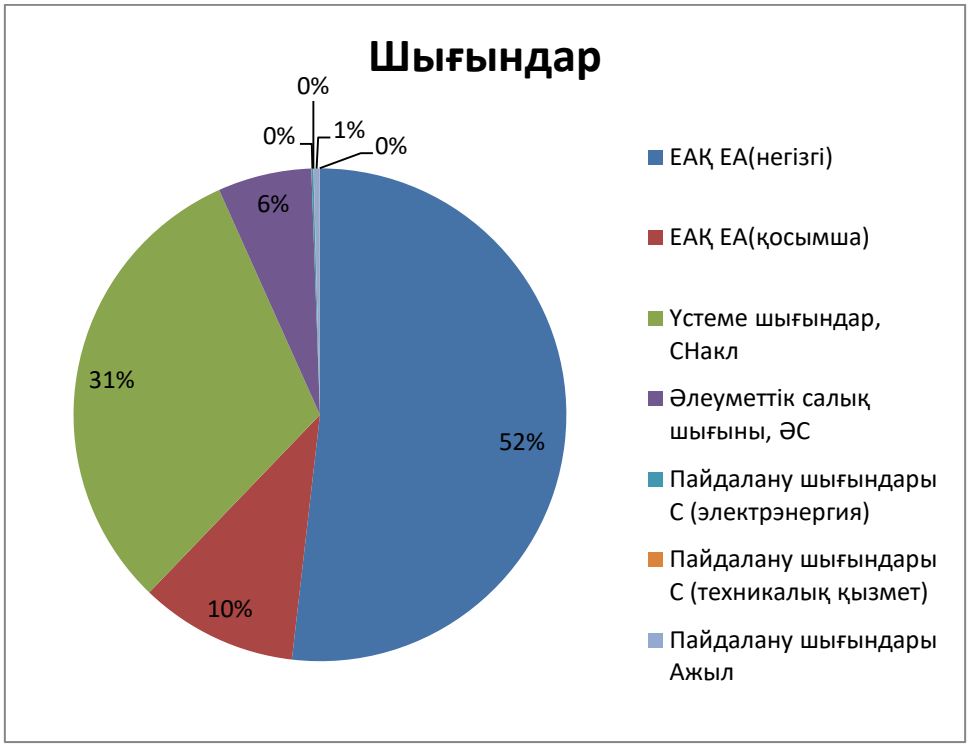
Жобаның әр кезеңіндегі шығындар соммасы 8.4 кестеде көрсетілген:

8.4 кесте – Жобаны жасауға кеткен шығындардың соммасы

Шығын бабы атауы		Сомасы, теңге	Әр баптың үлесі, %
ЕАҚ	$ЕА_{нег}$	470656	51,8
	$ЕА_{қос}$	94131,2	10,36

8.4 кестенің жалғасы

Үстеме шығындар, $С_{Накл}$		282393,6	31,09
Әлеуметтік салық шығыны, ӘС		48289.30	6,15
Пайдалану шығындары	$С_{ээ}$	1104,19	0,13
	$С_{ТО}$	223,375	0,025
	$А_{жыл}$	3502,52	0,39
Материалдар және көмекші, $С_{МжК}$		134,02	0,015
Барлығы:		900434,205	100%



8.1 сурет - Жобаны жасауға кеткен шығындардың үлесі

8.6 Игеру саласындағы жылдық бір жолғы шығындар есебі

Ақпараттық технологиялар (АТ) енгізуде пайдалану шығындарының өзгеруіне өте үлкен мән қойылады. Фирма шығындары жүйенің зерттеме және тираждауына шығындары кіреді. Сондықтан пайдалану шығындарын АТ енгізу алдында және кейін де есептеген жөн. Ал АТ енгізудің және пайдаланудың мақсатқа сәйкестілігін анықтау үшін пайдалану шығындарын толық есептеудің керегі жоқ. Тек шығын баптарының АТ енгізгенде ғана өзгеретін (азайатын немесе көбейетін) жерлерін қарастырған жөн.

Ақпараттық технологияларын қолданған кездегі жылдық шығындары келесі баптардан тұрады:

- жылдық ЕАҚ;

- әлеуметтік салық аударым;
- басқа да шығындар.

Осының барлығысын енді формула арқылы жазайық:

$$Сэ = ЗП + О_{СН} + П_Р, \quad (8.15)$$

мұндағы, ЗП – жылдық еңбек ақы шығыны, мың теңге;

$О_{СН}$ – әлеуметтік салық аударым, мың теңге;

$П_Р$ – басқа да шығындар, мың теңге.

АТ енгізгеннен кейінгі мамандардың жылдық еңбек ақы шығындары келесі формуламен есептеледі:

$$ЗП = (O_C \times t \times К_Р) \times Ч \times (1 + K_Д), \quad (8.16)$$

мұндағы, $О_С$ – маманның сағаттық ақысы (инженер электронщик – 892 тг., инженер программист – 1782 тг. 8.2 кестедегі мәліметтерден);

t – жұмыс күнінің ұзақтығы, 8 сағ.;

$К_Р$ – жылдағы жұмыс күндер саны, 245 күн;

Ч – үдеріске қатысы бар мамандар саны, адам (сериялық өндірісте 5 –бағдарламашы және 8 – электронщик жұмыс жасайды);

$К_Д$ – қосымша еңбек ақы коэффициенті, 20 %.

Басқа да шығындар – материалға деген шығындар, үстеме шығындар жылдық еңбек ақы шығындарынан 30 % құрайды және келесі формуламен есептеледі:

$$Пр = ЗП \times 0,3 \quad (8.17)$$

А) Инженер электронщик:

$$ЗП = (892 \times 8 \times 245) \times 8 \times (1+0.2) = 16\ 783\ 872 \text{ тг.}$$

Б) Инженер бағдараламашы:

$$ЗП = (1782 \times 8 \times 245) \times 5 \times (1+0.2) = 20\ 956\ 320 \text{ тг.}$$

Толық жалақы:

$$ЗП = 16\ 783\ 872 + 20\ 956\ 320 = 37\ 740\ 192 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік салық аударым:

$$О_{СН} = 37\ 740\ 192 \times 0,095 = 3\ 585\ 318.24 \text{ тг.}$$

Басқа да шығындар:

$$Пр = 37\ 740\ 192 \times 0,3 = 11\ 322\ 057,6 \text{ тг.}$$

Сонымен жылдық шығын:

Сэ =37 740 192 + 3 585 318,24 + 11 322 057,6=52 647 567,84 тг.

Ақпараттық технологияларын қолданған кездегі жылдық бір жолғы шығындар 8.5-кестеде.

8.5 кесте – Ақпараттық технологияларын қолданған кездегі жылдық бір жолғы шығындар

Шығын баптары атауы	Сомасы, мың теңге
Жылдық ЕАҚ	37740,192
Әлеуметтік салық аударым	3585,318
Басқа да шығындар	11322,057
Барлығы:	52647,567

8.7 Жобаның тиімділігін бағалау

Ғылыми-зерттеу жұмыстарының басты ғылыми әсерінің көрсеткіштері жұмыс жаңашылдығы, теориялық пысықталуының дәрежесі, болашағы, нәтижелерінің тарауу дәрежесі және іске асыру ықтималдылығы болып табылады. Ғылыми-зерттеу жұмыстарының ғылыми әсерін екі көрсеткішпен сыйпаттауға болады: ғылыми жаңашылдығының дәрежесі және теориялық пысықталуының деңгейі. [11]

Ғылыми әсерді мінездейтін көрсеткіш келесі формуламен анықталады:

$$Э_н = 0{,}6k_{нов} + 0{,}4k_{теор} \quad (18)$$

мұндағы, $k_{нов}$, $k_{теор}$ - ғылыми жаңашылдығының дәрежесі мен теориялық пысықталуының деңгейінің көрсеткіштері;

0,6; 0,4 – ғылыми жаңашылдығының дәрежесі мен теориялық пысықталуының деңгейінің көрсеткіштерінің коэффициенттері.

Жобаның ғылыми жаңашылдығының дәрежесі 5 баллға тең. Ал теориялық пысықталуының деңгейі бойынша 6 баллға тең.

Осы көрсеткіштерге байланысты жобаның ғылыми әсері келесідей болады:

$$Э_н = 0{,}6 \times 5 + 0{,}4 \times 6 = 5{,}4$$

Жобаны толықтай жасап шығару үшін 900434,205 тг көлемінде шығын кетті. Ал ғылыми әсерінің бағасы 5,4 балды құрайды. Жұмыс ғылыми

жаңашылдығының дәрежесі мен теориялық пысықталуының деңгейіне байланысты әдәуір жаңа болып табылады.

Аспапты жүйелі түрде соңына жеткізіп нарыққа шықса өзіндік сұранысқа ие болатынына кәміл сенімдімін. Өйткені 2019 жылғы президентіміздің жарлығы бойынша Қазақстанның негізгі қалалары Нұр-Сұлтан, Алматы, Шымкент 2022 жылы ақылды қалар болуы керек екендігі жайында жарлыққа қол қойды. Ол өз кезегінде Цифрлы Қазақстан жобасының келесі деңгейі, ақылды қала жүйесінің негізгі бөліктерінің бірі ол қаланың кез-келген жеріндегі экологиялық жағдайын бақылау,сондықтан бұл аспап нарықта сұранысқа ие болады. Екінші артықшылық аспап жаңа ақпараттарды жіберу технологиясын қолданады ол өз кезегінде құрылғыны өзге бәсекелестерінен артықшылығын білдіреді.

Қорытынды

Дипломдық жұмысты әзірлеу барысында ауа сапасын өлшейтін датчик жобаланды. Жобаланған құрылғының жасалуы мен құрастырылуы толық сипатталды, атап айтқанда компоненттердің жалғануы мен бағдарламалуы барысы. Бұл дипломдық жұмыстың негізгі ерекшелігі жаңа мәліметтерді жіберу LoRaWAN технологиясын қолдана отырып жасалынды. Жұмыста келесі мәселелер қарастырылды:

- Қазақстандағы ауа сапасының жағдайы;
- Ауа сапасын өлшеуіш датчиктерінің талдауы жасалынды;
- LoRaWAN технологиясының Қазақстандық спецификациясы талданды;
- Датчик әзірлеу толық сипатталды.

Қорытындылай келе құрастырылған аспап ақылды қала жүйесінің бір бөлігі ретінде өз жұмысын жасай алады.

Әдебиеттер тізімі

1. Моргунов В.К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений. Новосибирск, 2005.-131 б.
2. https://kursiv.kz/news/obschestvo/2018-11/zagryaznenie-vozdukha-glavnaya-prichina-prezhdevremennoy-smertnosti
3. https://aqli.epic.uchicago.edu/the-index/
4. Комплексная Программа по снижению загрязнения окружающ ей среды города Алматы на 2009—2018 годы.
5. Состояние будущего. Доклад ООН. 11-е издание. ООН, 2007 г.
6. Тонкопий М.С. Экология и экономика природопользования: У чебник. Алматы: Изд-во Экономик, С. 2003 г
7. Султанова Р.Ю., Даутова А.З., Клушина О.А. ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА АЛМАТЫ КАЗАХСТАНА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ // Научное сообщество студентов XXI столетия. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. IX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 9. URL: https://sibac.info//archive/nature/StudNatur%2004.04.2013.pdf (дата обращения: 05.04.2020)
8. http://www.iksmedia.ru/articles/5573226-Set-LoRaWAN-bezopasnost-obespechiva.html#ixzz6Ii7imc8o
9. Экономика и управление в энергетике: Учеб. Пособие под ред. Н.Н. Кожевникова.- М.: Изд. Центр «Академия». 2003. 346 б.
10. Т.Е. Хакимжанов. Еңбек қорғау: жоғарғы оқу орындары үшін оқу құралы. - Алматы, 2008. – 138 б.
11. Дюсебаев М.К., Хакимжанов Т.Е., Абдимуратов Ж.С. Еңбекті қорғау және тіршілік қауіпсіздігі.Дәрістер жинағы. Алматы: 2013.
12. https://lora-alliance.org/resource-hub/rp2-101-lorawanr-regional-parameters