ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Ғ.ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Телекоммуникациялық желілер және жүйелер кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі PhD, доцент Темырканова Э.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Түрлі ғимараттарда энергоаудитты жүргізуге арналған Zigbee сымсыз технологиясын талдау
Мамандығы 5В071900 Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
Орындаған Болатбек Асхат Бауыржанұлы Тобы РЭТ(МТС)к–16–2
(Т.А.Ж.)
Ғылыми жетекшісі PhD, доцент Темырканова Э.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
доцент Тузелбаев Бакберген Ибадиллаевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Жандаулетова Фарида Рустембековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
негізгі бөлім бойынша:
PhD, доцент Темырканова Эльвира Кадылбековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
есептеу техникасын қолдану бойынша:
PhD, доцент Темырканова Эльвира Кадылбековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Нормобақылаушы: аға оқыт. Накисбекова Балауса Рыскожаевна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Ғ.ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғарыштық инженерия және телекоммуникация институты
Телекоммуникациялық желілер және жүйелер кафедрасы

Мамандығы 5В071900–Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Дипломдық жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Болатбек Асхат Бауыржанұлы
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы Түрлі ғимараттарда энергоаудитты жүргізуге арналған Zigbee сымсыз технологиясын талдау

2019 ж. «_11_» _11_____ №_147___ университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «_25____»_05_____2020ж.

Жобаға алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жоба) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):
2 ~ 3,6V жұмыс кернеуі
Қол жетімді жиіліктер: 2,4–2.483 GHz
P=3 Вт блогында шашырайтын қуат
Қоршаған ортаның қысымы H=15000 Па
Қоршаған орта температурасы t=35°C
Платаларды тік бағдарлау үшін корпустың өлшемдері (бойлық, биіктігі, перпендикуляр) (м): 0,157.8x0,095.5x0,053
Толтыру коэффициенті K=1

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
Кіріспе
1. Теория бөлімі
2. Платаның резонанстық жиілігін есептеу
3. Есептеу бөлімі
4. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі
5. Бизнес – жоспар
Қорытынды
Әдебиеттер тізімі

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:

1.7 сурет – Құрылғының құрылымдық сұлбасы

1.16 сурет – баспа платасында элементтерді жинақтау

3.8– сурет – ZBEMCS архитектурасы

3.14 сурет – Сенсор түйінінің бағдарламалық сызбасы

3.18 сурет – Жергілікті және қашықтан басқару және басқару экранын көрсететін GUI

3.22 сурет – Сынақ өткізетін бөлмелердің электр энергиясын тұтынуы

4.2 сурет–аппараттық жарықтандыру жүйесі

5.2 сурет – Шығындар кестесі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1. S. Ahuja, ZigBee based web enabled power monitor [Masters Project Report], California State University, Sacramento, Calif, USA, 2010

2. ҚР ҚН 2.04–XX–2011. «Табиғи және жасанды жарықтандыру», «ҚазҒСТҚСИ» РМК. – Астана, 2011.

3. Жандаулетова, Ф. Р. Охрана труда : учебник для вузов / Ф.Р. Жандаулетова, Т.Е. Хакимжанов, Т.С. Санатова; МОН РК, НАО АУЭС. – Алматы : АУЭС, 2019. – 399 с.

4. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методическиеуказания для выполнения экономической части выпускной работы. –Алматы: 2009. –19 с

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тузелбаев Б.И.	02.06.2020ж.	
Ө.Т.Қ.Н.	Жандаулетова Ф.Р.	10.05.2020ж.	
Негізгі бөлім	Темырканова Э.К.	10.04.2020ж.	
ЕТ	Темырканова Э.К.	03.06.2020ж.	
Нормобақылау	Накисбекова Б.Р.	04.06.2020ж.	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1. Кіріспе	15.02.2020 ж.	орындалды
2. Техникалық сипаттамаларды талдау	15.02.2020ж.	орындалды
3. ZigBee технологиясы бойынша сымсыз деректер беру модулі	15.02.2020ж.	орындалды
4. Құрылымдық сұлбаның сипаттамасы	15.02.2020ж.	орындалды
5. Электрлік сұлбаның сипаттамасы	15.02.2020ж.	орындалды
6. Құрылымды орнату нұсқалары	10.04.2020ж.	орындалды
7. Платаның резонанстық жиілігін есептеу	10.04.2020ж.	орындалды
8. Есептеу бөлімі	25.04.2020ж.	орындалды
9. ZigBee базасында ғимараттардың энергиясына мониторинг жүргізу және басқару жүйесін әзірлеу және қолдану	25.04.2020ж.	орындалды
10. Тәжірибелік есептеулер	05.05.2020ж.	орындалды
11. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі	10.05.2020ж.	орындалды
12. Бизнес – жоспар	23.04.2020ж.	орындалды
13. Қорытынды	30.05.2020ж.	орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «_17__» _02_____ 2020___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ (Темырканова Эльвира Кадылбековна)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Жобаның
ғылыми жетекшісі _____ (Темырканова Эльвира Кадылбековна)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ (Болатбек Асхат Бауыржанұлы)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Андатпа

Бұл жұмыста шлюзден, базалық станциядан және датчиктерден тұратын ZigBee (ZBEMCS) базасында ғимараттардың энергиясына мониторинг жүргізу мен басқарудың үнемді жүйесін ұсынылды. Атап айтқанда, қуат параметрлерін жергілікті / алыстан өлшеуді орындауға, сондай–ақ электр аспаптарын қоректендіруді қосуға/өшіруге арналған қуат датчиктерінің тораптарына арналған жаңа аппараттық платформа әзірленді. Тәжірибелік нәтижелер ZBEMCS жоғары дәлдікпен энергия тұтынуды оңай бақылай алады.

Аннотация

В данной работе предлагается экономичная система мониторинга и управления энергией зданий на базе ZigBee (ZBEMCS), состоящую из шлюза, базовой станции и датчиков. В частности, разработана новая аппаратная платформа для узлов датчиков мощности, предназначенная для выполнения как локального / удаленного измерения параметров мощности, так и включения/выключения питания электроприборов. Экспериментальные результаты показывают, что ZBEMCS может легко контролировать потребление энергии с высоким уровнем точности.

Abstract

In this paper, propose a cost–effective ZigBee–based building energy monitoring and control system (ZBEMCS), which is composed of a gateway, a base station, and sensors. Specifically, a new hardware platform for power sensor nodes is developed to perform both local/remote power parameter measurement and power on/off switching for electric appliances. The experimental results show that the ZBEMCS can easily monitor energy usage with a high level of accuracy.

Мазмұны

Кіріспе ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
1. Теория бөлімі.....9
1.1 Техникалық сипаттамаларды талдау 9
1.2 ZigBee технологиясы бойынша сымсыз деректер беру модулі 15
1.3 Құрылымдық сұлбаның сипаттамасы**Ошибка! Закладка не определена.**
1.4 Электрлік сұлбаның сипаттамасы.....21
1.5 Қуатты, жүктеме сыйымдылығын есептеу 28
1.6 Блоктарды орналастыру нұсқалары.....28
1.7 Құрылымды орнату нұсқалары 29
2 Платаның резонанстық жиілігін есептеу.....32
2.1 Өнімнің сенімділігін есептеу.....33
2.2 Жылу режимін есептеу.....36
3 Есептеу бөлімі 40
3.1 Құралды әзірлеу 40
3.2 ZigBee базасында ғимараттардың энергиясына мониторинг жүргізу және басқару жүйесін әзірлеу және қолдану 44
3.3 Тәжірибелік есептеулер 51
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі.....58
4.1 Жұмыс жағдайын талдау 58
4.2 Есептеу бөлімі 61
5 Бизнес – жоспар 69
5.1 Түйіндеме 69
5.2 Қаржылық жоспар 72
5.3 Жылдық пайдалану шығыстарын есептеу 73
Қорытынды 77
Әдебиеттер тізімі.....78

Кіріспе

Жаңа және инновациялық технологиялардың пайда болуымен халықтың өмір сүру деңгейі мен сапасы бұрын–соңды болмаған жоғары деңгейге жетті. Қазіргі өмір салтының едәуір бөлігі электрондық және электрлік құрылғыларды пайдалану арқылы өріледі. Алайда электроника мен электр құралдарын пайдаланудың артуы энергия тұтынудың бұрын–соңды болмаған өсуіне кері әсерін тигізді. Кейіннен сұраныс пен ұсыныс арасындағы алшақтық салдарынан соңғы тұтынушы төлейтін баға жыл сайын өсе береді. Нәтижесінде энергия тұтынуды оңтайландыруға және жаңа энергия тиімді технологиялар мен электрондық жүйелерді әзірлеуге елеулі қажеттілік туындайды. Бүгінгі таңда ақпараттық сымсыз Zigbee радиожүйесі мен бақылау және басқару жүйелері әзірленуде.

Бұл қажеттілік энергия үнемдеу саласындағы зерттеулердің жаңа іргелі және қолданбалы бағыттарын дамытуға алып келді. Электр энергиясын тұтыну саласындағы айтарлықтай жетістіктерге әкелуі ықтимал қабілетті зерттеулердің осындай бағыттарының бірі пайдаланушылар электрондық құрылғылардың энергия тұтынуын оңай өлшей алатын және энергия тұтынудың тиімділігін арттыру үшін оларды пайдалануды оңтайландыра алатын энергия тұтынуды неғұрлым тиімді мониторингілеу және бақылау мүмкіндігімен мониторинг пен басқарудың интеграцияланған озық тетіктерін әзірлеу болып табылады.

Сымсыз технологияларды дамытумен және бөлінген сенсорлық желілерді енгізумен энергия тұтынудың тұрғын үй жүйелері энергия тұтынуды төмендету және осылайша энергия тиімділігін арттыру үшін осы жүйелердің артықшылықтарын пайдалана бастайды.

Қолданыстағы қондырғыда сымдарды қосу қажеттілігін болдырмай, сымсыз технологиялар «ақылды» ғимараттағы құрылыстың құнын төмендетуге көмектеседі. Кішкентай іздерінің арқасында сымсыз тораптарды пайдалануға кедергі келтірместен және ғимараттың тұрғындарына жөндеу жұмыстары мен өзгерістерімен ыңғайсыз орнатуға болады. Сымсыз технологиялардың оларды тұрғын үйде пайдалануға жарамды ететін тағы бір артықшылығы – энергияны аз тұтыну, өйткені оларды ұзақ қызмет ету мерзімі бар батареялармен қуаттауға болады [2].

Бір жағынан объектінің ағымдағы жағдайы туралы ақпарат, ал екінші жағынан объектінің жай–күйін өзгертетін басқару, сигнал беру мүмкіндігі бар. Жүйелерді жобалау кезінде шешілуі қажет негізгі мәселелер бақылау пультіне немесе сигнал беру операторына бақылау және басқарушы ақпарат ретінде беру тәсілдері.

Сымсыз арналар ЭЕМ–ге біртіндеп кіреді, соңғылардың икемділігі мен ұтқырлығын кеңейте отырып, радиоарнаның тамаша сапасы–байланыстың саналы бұзылуы кезінде қосымша кедергілерді пайдалану кезінде оның үзілу мүмкіндігі емес (жалған іске қосылуына әкеледі), бұл жүйені істен

шығармайды, жүйе қысқа уақытта қалпына келтіріледі. Жаңа ақпараттық жүйелерді жобалау кезінде байланыс арнасының түрін таңдауда бақылау нүктелерінің көп санына тапсырма туындайды, бірақ тапсырма дипломдық жоба шеңберінде шешіледі.

Бұл жұмыста біз қауіпсіздік жүйелерін интеграциялауға арналған желіні қарастырамыз. Қауіпсіздік жүйесінің радиоарнасы бар контроллер ZigBee технологиясы бойынша жұмыс істейді және қуатты өте аз мөлшерде тұтынады. Көрші құрылғы істен шыққан кезде ақпаратты айналып өту мүмкіндігі, бұл бүкіл желінің жұмысын жеңілдетпесе бұзбайды.

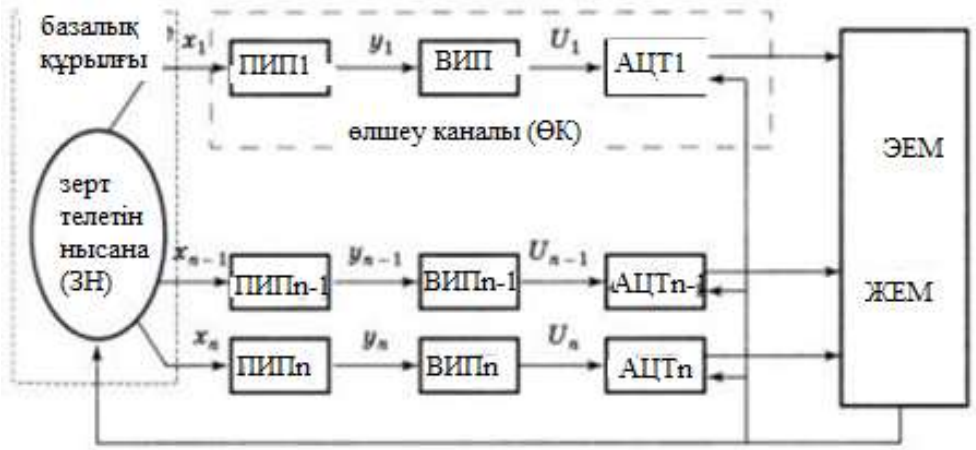
1 Теория бөлімі

1.1 Техникалық сипаттамаларды талдау

Ақпараттық өлшеу жүйелерінің жалпылама құрылымы

Функционалды блоктардың ұйымдастырылуына және өзара әрекеттесуіне байланысты IMS құрылымының әр түрлі түрлері: тізбекті, радиалды, орталақтырыған және орталақтырылмаған басқару жүйесі бар магистралды, радиалды магистарлды. Бұл құрылымдық нұсқалар негізінен ақпарат беруді ұйымдастыруда ерекеленеді.

Өлшеу туралы ақпаратты жинауды ұйымдастыруға байланысты келесі құрылымдар бөлінеді: бір арналы, көп арналы, көбейтілген, көп нүктелі, сканерлеу. Біз бұл құрылымдарға тоқталмаймыз, өйткені цифрлық есептеудің қазіргі деңгейінде бұл құрылымдардың барлығын функционалды тұрғыдан алғанда 1.1–суретте көрсетілген жалпыланған құрылымның ерекше жағдайы ретінде қарастыруға болады [1].



1.1 сурет – Зерттелетін объектіні басқару

Зерттелетін нысана $x_1...x_n$ физикалық шамалармен сипатталады. Өлшенетін шамалардың номенклатурасын IMS тұтынушысы (пайдаланушысы) объектінің физикалық тұжырымдамаларына сүйене отырып анықтайды. Бұл мәндер бірдей болуы мүмкін, мысалы, кеңістіктік координаттар. Олардың арасында бір типті болуы мүмкін, мысалы, электр (кернеу, ток, кедергі және т.б.

Бұл мәндер айтарлықтай өзгеше болуы мүмкін, мысалы, қоршаған ортаны бақылау кезінде метеоролоиялық көрсеткітер (ауа температурасы, атмосфералық қысым, ылғалдылық, бағыт және желдің жылдамдығы).

IMS нақты анықталған көлемінің өзінде өлшенген физикалық шамалар әр трлі болуы мүмкін.

Бастапқы өлшегіш түрлендіргіштер (PIP) немесе датчиктер xt мәндерін электр yt шамаларына түрлендіреді (кернеу, ток, кедергі, сыйымдылық, индуктивтілік және т.б.). Сенсорлар ИМЖ міндетті компоненттері болып табылады. Сенсордың түрі, ең алдымен, түрлендірілген мән түріне байланысты анықталады.

Алайда, төменде көретініміздей, әрекет принципі мен сипаттамаларында ерекшеленетін әртүрлі бастапқы түрлендіргіштер бірдей физикалық шаманы өлшеу үшін қолданыла алады. Сондықтан, бір ИМС аясында, түрлендірілген шамалар физикалық мағынада бірдей болса да, бастапқы түрлендіргіштер әртүрлі болуы мүмкін, атап айтқанда, қажетті өлшеу ауқымына байланысты.

Мысалы, токтың кернеуге бастапқы түрлендіргіші болып табылатын маневрлер әртүрлі өлшеу диапазондары үшін әртүрлі кедергіге ие болады. Тоқ өлшеу диапазоны магнитудасы бойынша өзгеруі мүмкін. Осыған байланысты әр түрлі арналардағы шунттардың құрылымыда да әртүрлі болады.

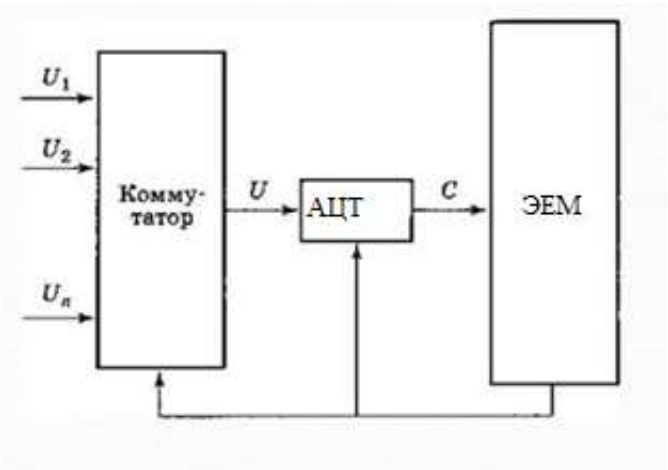
Құрылымдық жағынан екінші реттік түрлендіргіштерді бастапқы түрлендіргіштермен біріктіруге немесе бөлек тақталар (құрылғылар) түрінде жасауға болады. Екінші реттік түрлендіргіштер құрамына қарапайым есептеу құрылғылары кіруі мүмкін, мысалы, түзетулер енгізуге немесе сипаттамаларды сызуға арналған.

U_i кернеуі ЭЕМ–ге берілетін C_i сандық кодтарына түрлендірілетін аналогтық–цифрлық түрлендіргіштерге (АЦТ) түседі. АЦТ орындайтын функциялары бойынша негізінде қайталама түрлендіргіштерге жатқызуға болады, ол конструктивті түрде іске асырылады. Алайда олар келесі жағдайларға байланысты жеке функционалдық блоктарға бөлінген:

– АЦТ, бұл 1.2–суретте көрсетілгендей, басқа түрлендіргіштерден айырмашылығы, алғашқы ақпаратты жинаудың қажетті алгоритмін қамтамасыз ететін ЭЕМ басқаруымен жұмыс істейді;

– АЦТ, датчиктер сияқты, басқа қайталама түрлендіргіштерден айырмашылығы, әрбір арнаның міндетті компоненті болып табылады.

АЦТ әр арна үшін жеке болуы мүмкін, бірақ көп жағдайда бір АЦТ барлық немесе бірнеше арналар үшін қолданылады, мультиплекстік режимде жұмыс істейді (1.2–сурет) [1].



1.2 сурет – Мультиплекстік режимдегі АЦТ

ИИС элементтері арасындағы байланыс арналары әртүрлі сипатта болуы мүмкін. Қарапайым жағдайда жергілікті шоғырланған ИИС үшін бұл сымдық байланыс, оның ішінде элементтердің өздері орналасқан тіреуіш немесе конструктив (крейт) ішінде. Кеңістікте бөлінген ИАЖ үшін радиоарналар немесе талшықты–оптикалық байланыс пайдаланылуы мүмкін. Бұл жағдайда бір байланыс арнасы әртүрлі бастапқы түрлендіргіштерден ақпарат беру үшін қызмет ете алады, егер олар жергілікті шоғырланған болса, яғни АЦТ сияқты байланыс арналары мультиплекстік режимде жұмыс істей алады.

Мысалы, әмбебап микропроцессорлық қайталама түрлендіргіш реттеуіш–өлшеуіш ОВЕН ТРМ1 жылу тасығыштардың температурасын және тоңазытқыш техникадағы, кептіргіш шкафтарда, әртүрлі мақсаттағы пештерде және басқа да технологиялық жабдықтарда әр түрлі орталарды өлшеуге және реттеуге, сондай–ақ басқа да физикалық параметрлерді (салмақ, қысым, ылғалдылық және т.б.) өлшеуге арналған.

Оның негізгі функцияларына температура, қысым, ылғалдылық, Шығыс, деңгей және т.б. датчиктерінің кең спектрін қосу үшін әмбебап кіруді, сандық сүзу және кіріс сигналын түзету, аналогтық кіру үшін шкаланы масштабтау, үш фазалық жүктемені басқару мүмкіндігін, өлшенген шаманың ағымдағы мәндерін индикациялау немесе кіріктірілген 4–разрядтық жарықдиодты сандық индикаторда орнату, аспаптың бет панеліндегі кнопкалармен бағдарламалау, қоректендіруді өшіру кезінде баптауларды сақтау жатқызуға болады.

Осы аспаптар типтеріне арналған АЦТ мысалдары:

–автоматты және жартылай автоматты RS–232, RS–485 немесе USB интерфейстері бар ОВЕН АС2, ОВЕН АС3, ОВЕН АС4 түрлендіргіштері.

Бір портқа арналған ең көп көрсету арналарының саны 256.

АС3–М, АС3 немесе АС4 түрлендіргішіне сигналды күшейту құралдарын пайдаланбай, күшейткішті пайдалану арқылы 32 аспаптарға 256 дейін қосуға болады.

Ақпараттық–өлшеу жүйелері ЭЕМ интеграциясы негізінде құрылған әртүрлі автоматтандырылған кешендердің, сондай–ақ байланыс құралдарының құрамында да дербес қолданылады.

Мақсаты мен нақты қолданылуына қарамастан, ИАЖ–ға жалпы талап әрбір көзден (датчиктен) берілетін бастапқы аналогтық өлшеу хабарламасы берілген дәлдікпен шығуда (адресатта) қалпына келтірілетіндіктен тұрады.

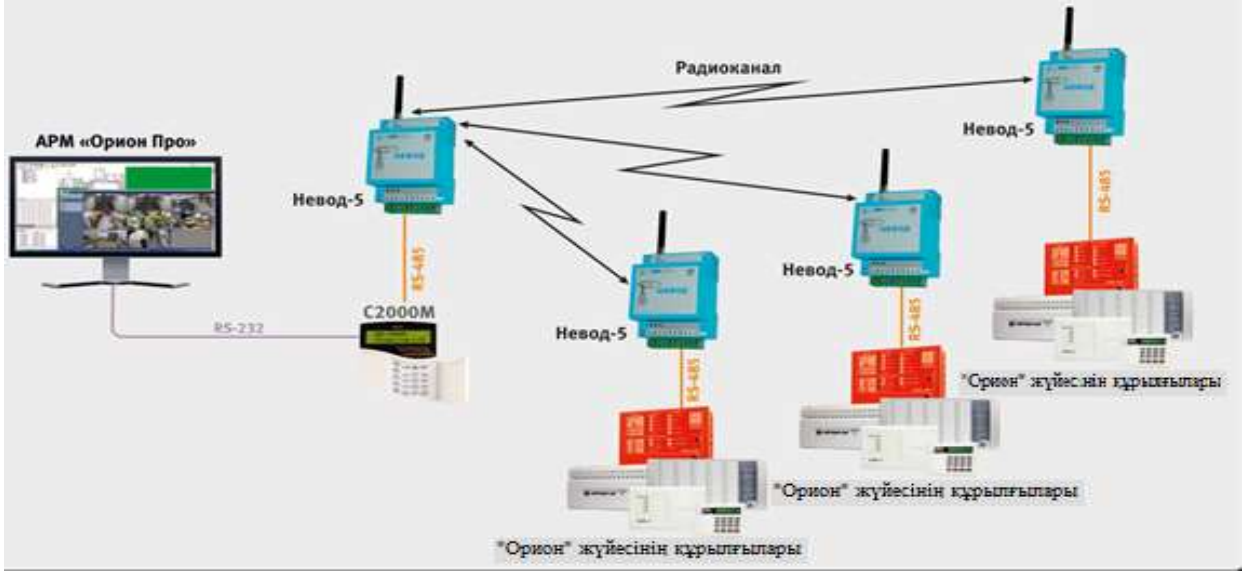
Егер ақпарат үлкен қашықтыққа немесе қатты кедергілер жағдайында берілетін болса, беру–қабылдау, кодтау – декодтау, модуляция – демодуляцияның бөгетсіз әдістерін таңдауды қамтиды.

Функционалдық байланысты құрылғылардың жиынтығы өлшеумен қатар өлшеуіш ақпаратты автоматты жинауды, ұсынуды, беруді, есте сақтауды, тіркеуді және өңдеуді қамтитын бақыланатын объектіге барлық қажетті ақпараттық қызмет көрсетуді қамтамасыз ететін ақпараттық – өлшеуіш

жүйелерде қолданылады. Мәліметтерді беру кәбілдік желі немесе радио желі арқылы жүзеге асырылған жағдайда жүйе телеметриялық немесе радиотелеметриялық болып табылады.

Датчиктермен байланыс радиоарна бойынша жүзеге асырылады, бұл құралды пайдалану кезінде өте ыңғайлы. Радиоарнасы бар күзет жүйесінің контроллері ЭЕМ–де интеграцияланған автоматтандырылған жүйе ретінде жұмыс істейтін болады.

Мұнда интерфейс жоқ, сондықтан RS–485/232 интерфейсінің арнайы адаптер – түрлендіргіші қажет (1.3–сурет) [2].



1.3 сурет – RS–485 интерфейсін құру

ПИ–485/232 интерфейсінің түрлендіргіші RS–232 интерфейсімен жабдықталған, бірақ RS–485 интерфейсін тарату ортасы ретінде пайдаланатын құрылғылар арасында байланысты ұйымдастыру кезінде қолданылады.

– RS–232 және RS–485 интерфейстерінің арасындағы гальваникалық оқшауламасы бар сигналдарын өзара "мөлдір" түрлендіру;

– тарату бағытын басқару RTS сигналы бойынша RS–232 жағынан жүзеге асырылады;

– түрлендіргішті қоректендіру үшін пайдаланылатын DTR сигналының болуын талап етеді (RS–232 жағында);

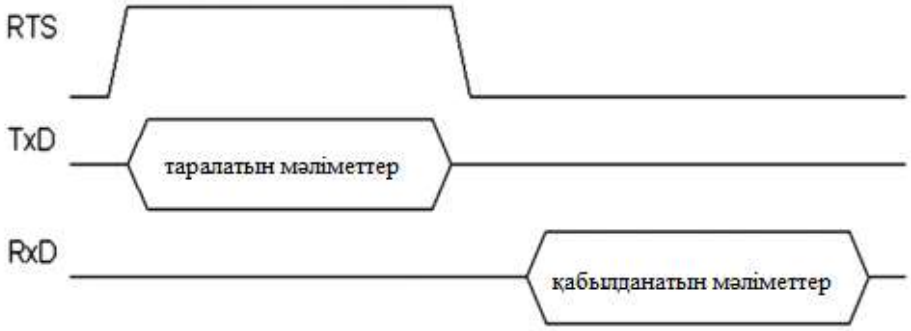
– тарату хаттамасы жартылай кешенді режимді пайдаланатын әртүрлі құрылғылар арасындағы байланысты ұйымдастыру (сұраныс пен жауап бір физикалық желі бойынша беріледі, бірақ әр түрлі уақыт аралығында);

– RS–232 интерфейс сигналдарының күйін индикациялау: RxD(қабылдау), TxD(беру), RTS (беруді басқару сигналы);

– алмасудың максималды жылдамдығы–19200 бит/с [2].

ПИ–485/232 түрлендіргішін беру бағытын басқару принципін осылай ұсынуға болады (1.4–сурет).

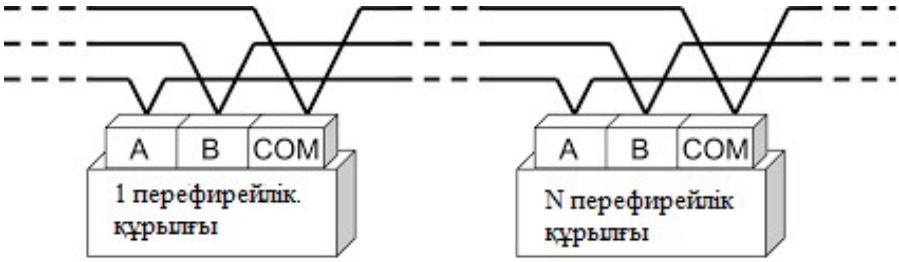
Байланыс желісі ретінде ≈120 Ом толқындық кедергісі бар экрандалған оралған бу қолданылады (1.5 – сурет). Үшін кедергіден қорғайтын экран (оплетка) теңның жерге тұйықталады кез–келген нүктесінде, бірақ тек бір рет: бұл болдырмайды ағуы үлкен токтардың экранда үшін теңсіздігі потенциалдар "жер". Бұл жағдайда, байланыс желісінің экраны оның ұштарының бірінде жерге тұйықталады.



1.4 сурет – Деректерді беру принципі

1.5 сурет – Байланыс желісі

RS–485 желісіне құрылғылар А және В байланыс полярлығын сақтай отырып, ретімен қосылады: 1.6–суретте көрсетілгендей, магистральдан шеткі құрылғыларға дейінгі ұзын тармақталуларға (шлейфтер) жол берілмейді. Стандартты шлейф ұзындығы нөлге тең деп болжайды, бірақ іс жүзінде оған қол жеткізу мүмкін емес (шағын шлейф кез келген периферияльық құрылғының ішінде әрдайым бар: клеммадан қабылдағыш таратқыштың микросұлбасына дейін) [2].



1.6 сурет – Перифериялық құрылғыларды қосу

Бұрылған жұп кабельдің сапасы байланыс ауқымына және желідегі максималды айырбастау бағамына үлкен әсер етеді. Кабельдің паспорттық параметрлеріне (толқындық кедергісі, сызықтық сыйымдылық, белсенді кедергі) және трансивердің микро сұлбаларына (сигналдың алдыңғы бөлігінің рұқсат етілген бұрмалануы) негізделген рұқсат етілген айырбас бағамын және байланыс желісінің максималды ұзындығын есептеудің арнайы әдістері бар. Бірақ салыстырмалы түрде төмен бағамдарда (19200 бит / с дейін) байланыс желісінің рұқсат етілген ұзындығына негізгі әсер кабельдің кедергісі арқылы жүзеге асырылады. Тәжірибелік жолмен 600 м дейінгі қашықтықта 0,35 мм мыс ядросы бар кабельді қолдануға рұқсат етілген (мысалы, КММ 2х0.35 кабелі), үлкен қашықтықтар үшін кабель учаскесі пропорционалды түрде ұлғайтылуы керек. Бұл эмпирикалық нәтиже есептеу әдістерімен алынған нәтижелерге сәйкес келеді.

Тіпті 19200 бит\с айырбастау бағамдары үшін де кабельді ұзын желі деп санауға болады, және шағылысқан сигналға кедергі келтірмеу үшін кез–келген ұзын сызық ұштарында келісілуі керек. Сәйкестік үшін кедергісі 120 Ом болатын резисторлар қолданылады (дәлірек айтқанда, кабельдің толқындық кедергісіне тең қарсылық бар, бірақ, әдетте, пайдаланылған бұралған жұптар шамамен 120 Ом толқындық кедергіге ие және резисторды дәл таңдаудың қажеті жоқ) және кем дегенде 0,25 Вт–қа тең, ол «Терминатор» деп аталады. Терминаторлар байланыс желісінің екі ұшында да, А және В байланыстары арасында бұрылған жұп орнатылады. ПИ–485/232 түрлендіргішінің терминаторы бар, және қажет болған жағдайда оны "Т" және "Т" контактілер арасындағы перемечканы қосуға болады [3].

RS–485 желілерінде желіге қосылған барлық құрылғылар пассивті күйде болғанда, яғни желіде таратылым жоқ және барлық қабылдағыш таратқыштар "желіні" тыңдайды. Бұл жағдайда қабылдағыш таратушылар желіде ешқандай тұрақты логикалық жағдайды дұрыс тани алмайды, ал тікелей берілгеннен кейін барлық қабылдағыш таратушылар желіде соңғы берілген битке сәйкес келетін жағдайды таниды, бұл байланыс желісіндегі кедергілерге баламалы.

Бұл мәселеге бағдарламалық әдістермен күресіп, жиі назар аудармайды, дегенмен, оны аппараттық түрде шешу қиын емес. Арнайы ығысу тізбектерінің көмегімен желіде хабардың жоқтығына баламалы әлеует жасау жеткілікті ("MARK" күйі деп аталатын: таратқыш қосылған, бірақ беру жүргізілмейді). Ығысу тізбектері ПИ–485/232 түрлендіргішінде іске асырылған, оларды қосу үшін сәйкесінше "+V" және "+V"," – V" және" – V" контактілер арасында екі бөгет орнату жеткілікті. Ығысу тізбегінің дұрыс жұмыс істеуі үшін байланыс желісінде екі Терминатордың болуы қажет [3].

RS–485 желісінде екі және одан да көп құрылғылар бір уақытта таратуды бастағанда даулы жағдай болуы мүмкін. Бұл келесі жағдайларда болады:

– өтпелі процестерге байланысты қоректендіруді іске қосу кезінде құрылғы қысқа уақыт беру режимінде болуы мүмкін;

– бір немесе одан көп құрылғылар ақаулы;

– "мультимастерлік" протоколы дұрыс пайдаланылмайды, егер алмасу бастамашылары бірнеше құрылғылар болуы мүмкін.

Бірінші екі жағдайда шиеленісті тез жою мүмкін емес, бұл теориялық тұрғыдан RS–485 қабылдағыш таратқыштарының қызып кетуіне және істен шығуына әкелуі мүмкін. Мұндай жағдай стандартта қарастырылған және қабылдағыш таратқыштың қосымша қорғанысы әдетте талап етілмейді.

Соңғы жағдайда, алмасуды бастайтын құрылғылар арасында арнаны бағдарламамен бөлуді қарастыру қажет, өйткені кез–келген жағдайда қалыпты жұмыс істеу үшін байланыс желісі бір уақытта бір ғана таратқышқа берілуі мүмкін[4].

1.2 ZigBee технологиясы бойынша сымсыз деректер беру модулі

1.2.1 ZigBee технологиясы. ZigBee–IEEE 802.15.4–2006 стандартына негізделген шағын, қуаты аз сандық трансиверлерді пайдаланатын жоғары деңгейлі байланыс хаттамаларын теруге арналған стандарт, мысалы, қысқа толқынды диапазондағы радиотолқындар арқылы ұялы телефондармен жалғанған сымсыз құлаққаптар.

Bluetooth технологиясы сияқты басқа жеке желілерге қарағанда оңай және арзан болу ниетімен әзірленген ZigBee спецификациясымен анықталады. ZigBee батареялардан ұзақ жұмыс істеу және желі бойынша деректерді тасымалдау қауіпсіздігі қажет радиожиілік құрылғыларына арналған.

Zigbee альянсы ZigBee стандарттарын қамтамасыз ететін және жариялайтын орган болып табылады. Жарияланған немесе жұмыс істеп тұрған қолданбалар профильдерінің ағымдағы тізімі:

– Энергияны тиімді пайдалану (ZigBee Smart Energy 1.0 / 2.0)

– Коммерциялық құрылыс тәрізді автоматтандыру

– Телекоммуникациялық қосымшалар

– Дербес, үй және аурухана күтімі

Өнеркәсіптік, ғылыми және медициналық (ISM–диапазон) радиодиапазондарда жұмыс істейді: Еуропада 868 МГц, АҚШ–та және Австралияда 915 МГц, және әлемдегі көптеген елдерде 2.4 ГГц (әлем елдерінің көптеген юрисдикциялары астында). Әдетте, сатылымда Jennic JN5148, Freescale MC13213, Эмбер EM250, Тексас инструментс CC2430, Samsung ZBS240 электромеханиктері және Atmel ATmega128RFA1 компаниясы сияқты өндірушілердің флэш–жады мөлшері 60К–дан 128К–ге дейінгі Біріккен радио және микроконтроллерлер болып табылатын ZigBee – мен жұмыс істеуге арналған чиптер бар. Радиомодульді кез келген процессормен және микроконтроллермен бөлек пайдалануға болады. Әдетте, радиомодуль өндірушілер ZigBee бағдарламалық қамтамасыз ету стекін ұсынады,бірақ қол жетімді және басқа да тәуелсіз стекалар.

ZigBee 15 миллисекунд үшін іске қосылуы мүмкін (яғни ұйықтайтын режимнен белсенді режимге өту) немесе одан аз болғандықтан, ұйқы режимінен белсенді режимге ауысқан кезде пайда болатын кідіріс, әсіресе Bluetooth салыстырғанда, құрылғы үнінің кідірісі өте төмен болуы мүмкін, әдетте үш секундқа жетеді.

ZigBee көп уақыт ұйқы режимінде болғандықтан, энергияны тұтыну деңгейі өте төмен болуы мүмкін, соның арқасында батареялардан ұзақ жұмыс істеуге жетеді[5].

ZigBee технологиясын қолданудың негізгі салалары сымсыз сенсорлық желілер, тұрғын үйді автоматтандыру ("ақылды үй" және "зияткерлік ғимарат"), медициналық жабдықтар, өнеркәсіптік мониторинг және басқару жүйелері, күзет сигнализациясы жүйелері, сондай–ақ тұрмыстық электроника және дербес компьютерлердің "периферия" болып табылады.

ZigBee протоколдары деректер берудің төмен жылдамдығын және төмен энергия тұтынуды талап ететін кіріктірілген қосымшаларда пайдалану үшін әзірленген. ZigBee мақсаты–кең ауқымды есептерді шешуге арналған ұялы топологиясы бар арзан, өздігінен ұйымдастырылған желіні құру.

Желіні өнеркәсіптік бақылауда, кірістірілген датчиктерде, медициналық мәліметтерді жинауда, түтіннің алдын–алу немесе түтін туралы ескертуде, құрылыста және үйде автоматикада және т.б. Нәтижесінде құрылған желі өте аз қуат тұтынады – ZigBee сертификаттау деректері бойынша жеке құрылғылар энергетикалық батареялардың екі жыл жұмыс істеуіне мүмкіндік береді.

Өз–өзін ұйымдастыру және өзін–өзі қалпына келтіру қабілеті, ұяшықты топология, қорғаныс, жоғары бөгеуілге төзімділігі, төмен энергия тұтыну және жиілік рұқсатын алу қажеттілігінің болмауы ZigBee–желіні нақты уақыт режимінде позициялау жүйелерінің сымсыз инфрақұрылымы үшін қолайлы негіз етеді.

Қосымшаның үлгі салалары:

Үй ойын – сауық және бақылау–ұтымды жарықтандыру, озық температуралық бақылау, қорғау және қауіпсіздік, фильмдер мен музыка.

Үй хабарлауы – су мен энергия датчиктері, энергия мониторингі, түтін мен өрт датчиктері, қол жеткізу мен келіссөздердің тиімді датчиктері.

Мобильді қызметтер–мобильді төлем, мониторинг және бақылау, қолжетімділікті қорғау және бақылау, денсаулықты қорғау және телекөмек.

Коммерциялық құрылыс – энергия мониторингі, HVAC, Жарық, кіруді бақылау[6].

Өнеркәсіптік жабдық–процестерді, өнеркәсіптік құрылғыларды бақылау, энергия мен мүлікті басқару.

ZigBee құрылғыларының үш түрлі түрі бар.

ZigBee (ZC) координаторы – ең жауапты құрылғы, ағаштың жолын қалыптастырады және басқа желілермен байланысуы мүмкін. Әрбір желіде бір Zigbee координаторы бар. Ол желіні басынан бастап іске қосады. Ол Trust Centre компаниясының құпия парольдерін қоса алғанда, желі туралы ақпаратты сақтай алады.

ZigBee маршрутизаторы (ZR) – Маршрутизатор басқа құрылғылардан деректерді бере отырып, аралық маршрутизатор ретінде шыға алады. Ол сондай–ақ бағдарлама функциясын іске қоса алады.

ZigBee (ZED) соңғы құрылғысы – оның функционалды жүктемесі оған негізгі түйінмен (немесе координатормен немесе маршрутизатормен) ақпарат алмасуға мүмкіндік береді, басқа құрылғылардан мәліметтерді жібере алмайды. Мұндай қатынас торапқа уақыттың көп бөлігін ұйқы жағдайында өткізуге мүмкіндік береді, бұл батарея қуатын үнемдейді. ZED жадтың ең аз мөлшерін қажет етеді, сондықтан оны ZR немесе ZC қарағанда арзанырақ шығаруға болады.

Бағдарламалық қамтамасыз ету шағын қымбат емес микропроцессорларды құру процесін оңайлату мақсатында әзірленген. ZigBee–де пайдаланылатын радио өңдеу осы сызғыштың өнімдерінің үлкен санының арасында төмен бағаға жету үшін мұқият оңтайландырылған. Сандық контурлар қолданылуы мүмкін бірнеше аналогтық каскадтар бар.

1.2.2 ZigBee сымсыз деректер модулі. Салыстырмалы түрде қысқа қашықтықта орналасқан сенсорлардың немесе қарапайым қоздырғыштардың белгілі бір жиынтығының күйін бақылау қажет болатын практикалық тапсырмалар көп, олар үшін сымдарды жүргізу қиын немесе жағымсыз. Міне, осындай тапсырмалардың бірнеше мысаладырын көрсетуге болады.

Ғимараттың немесе аумақтың қауіпсіздігін қамтамасыз ету жүйесі. Онда әртүрлі типтегі қозғалысты тіркеу датчиктері, бақылау бейнекамералары бар, келушінің немесе радиоэлектрондық өткізгішпен жабдықталған қызметкердің пайда болуы немесе кетуі бақыланады.

Өнеркәсіптік басқару және мониторинг: процестер, агрегаттардың жұмыс жағдайы туралы деректерді жинау және т. б.

Мұндай міндеттерді шешу үшін ZigBee стандарты бойынша жұмыс істейтін сымсыз сандық желілер арналған. Бұл–IEEE 802.15.4 стандартына негізделген шағын қуатты радио таратқыштарды пайдаланатын жоғары желілік деңгейдегі протоколдар жиынтығының жалпы атауы, ол сымсыз жеке есептеу желілерін сипаттайды[7].

ZigBee батареядан автономды жұмыс істеу уақытын және деректерді беру жылдамдығы аз болған кезде жоғары қауіпсіздік деңгейін талап ететін бағдарламаларға бағытталған. ZigBee технологиясының негізгі артықшылығы, ол салыстырмалы түрде жоғары емес энергия тұтыну кезінде тек сымсыз байланыстың қарапайым топологияларын ("нүкте–нүкте" және "жұлдыз") ғана емес, сонымен қатар хабарламаларды қайта тарату және маршруттаумен ұяшықты топологиялы күрделі сымсыз желілерді да қолдайды.

Zigbee желісі – бұл радиоарна арқылы бір–бірімен біріккен көптеген датчиктер (сенсорлар) мен атқарушы құрылғылардың таратылған, өзін–өзі ұйымдастыратын желісі. Мұндай желінің қамту аймағы бірнеше метрден бірнеше километрге дейін бір элементтен екінші элементке хабарларды ретрансляциялау қабілеті есебінен құрауы мүмкін.

Қазіргі таңда сымсыз сенсорлық желілер технологиясы батареялардан автономды жұмыс істеу уақыты бар жалғыз сымсыз технология болып табылады, оның көмегімен мониторинг және бақылау міндеттерін шешуге болады. Сымсыз сенсорлық желіге біріктірілген датчиктер ақпаратты жинау, өңдеу және берудің аумақтық–бөлінген жүйесін құрайды.

802.15.4 стандартына жауап беретін трансиверлер, егер әзірлеушіге "нүкте–нүкте" немесе "жұлдыз"байланысын ұйымдастыру қажет болса, дербес құрылғылар ретінде пайдаланылуы мүмкін. ZigBee толыққанды желісін ұйымдастыру үшін микроконтроллерді қосу қажет, оған желінің өзін–өзі ұйымдастыру және өзін–өзі қалпына келтіру мүмкіндігін қамтамасыз ететін ZigBee хаттамаларының стегі деп аталатын басқару бағдарламаларының жиыны жүктелуі тиіс.

Желі деректерді берудің оңтайлы маршрутын өзі анықтайды, ал 16–биттік адресация бір желіде 65 мың құрылғыда болуға мүмкіндік береді. Бұл үлкен өнеркәсіптік кәсіпорындарда бірыңғай желілерді құру кезінде қажет болады.

Екі құрылғы арасындағы тікелей көріну жағдайында байланыс қашықтығы бірнеше километрге жетуі мүмкін. Сонымен қатар, ZigBee–желілеріндегі деректер құрылғылар тізбегі бойынша таратылуы мүмкін, өзінің эстафеталық түрі болып табылады, бұл өзін–өзі құрудың дамыған құралдарымен ұштастыра отырып, желінің үлкен алаңдарда өрістеуін қатты жеңілдетеді. Сонымен қатар, стандартты 128 биттік AES–шифрлауды ұсынады,бұл оны әртүрлі қауіпсіздік жүйелерінде қолдануға мүмкіндік береді.

Мемлекеттік радиожиілік комиссиясы Қазақстан аумағында жеке және заңды тұлғаларға 100 мВт–қа дейінгі қысқа қашықтықты құрылғыларды (ZigBee) пайдалану үшін 2400–2483,5 МГц жиілік диапазондарын бөлу туралы шешім қабылдады.

Көрсетілген жолақтарды пайдалану АККК–нің жекелеген шешімдерін және оларды пайдалануға арналған рұқсаттарды ресімдемей жүзеге асырылуы мүмкін.

ZigBee стандарты физикалық қабаттан басталып, құрылғы профильдерінің қолдау деңгейімен аяқталатын, берілетін ақпарат ағыны өтетін барлық деңгейлерді сипаттайды.

Төменгі екі деңгей IEEE 802.15.4 стандартында сипатталады және қабылдағыш таратқыштың физикалық параметрлерін, радиожиілік жіберілімінің құрылымын, жіберілетін құрылғылардың санын, қабылданған деректердің бүтіндігін тексеру және растау тетіктерін, байланыс арнасының сапасын бағалау рәсімдерін және коллизияларды болдырмау алгоритмдерін анықтайды. Үшінші–алтыншы деңгейлер ZigBee стегінің ерекшелігімен тікелей сипатталады. Осы деңгейде желіге кіретін құрылғылар қандай қасиеттерге ие болуы тиіс, бір желі торабынан екіншісіне ақпарат пакеті қалай беріледі, ақпаратты беру қауіпсіздігі қалай қамтамасыз етіледі, жаңа құрылғы желіге қалай қосылады және оның топологиясы, қандай торап басты, қандай – бағынышты болып табылады. Стек спецификациясында құрылғылардың үш

түрі бар: координатор, маршрутизатор және соңғы құрылғы. Координатор желіні іске қосады, оның түйіндерін басқарады, әр түйіннің параметрлері туралы ақпаратты сақтайды, жиілік арнасының нөмірін және PAN идентификаторын орнатады, және процесте ол хабарлама көзі, қабылдағышы және релесі бола алады. Маршрутизатор желі бойынша бір торабынан екінші торапқа жіберілетін хабарды жеткізу жолын таңдауға жауап береді және жұмыс процесінде де хабар көзі, қабылдағыш немесе ретранслятор болуы мүмкін. Соңғы құрылғы тек хабар көзі / қабылдағышы бола отырып, желіні басқаруға және хабарларды қайта таратуға қатыспайды[8].

Күрделі желіде соңғы түйіннен деректер жинау орталығына тікелей ғана емес, аралық тораптар арқылы да жүре алады. Бұл байланыс қашықтығы жеке құрылғылардың қысқа радиусына қарамастан өте маңызды болуы мүмкін. Желі 65 мың құрылғыға дейін біріктірілуі мүмкін, себебі түйіндердің 16 биттік адресациясы мүмкін (216=65536). Кең нұсқада адрестердің разрядтылығы 64–ке дейін кеңейтілуі мүмкін.

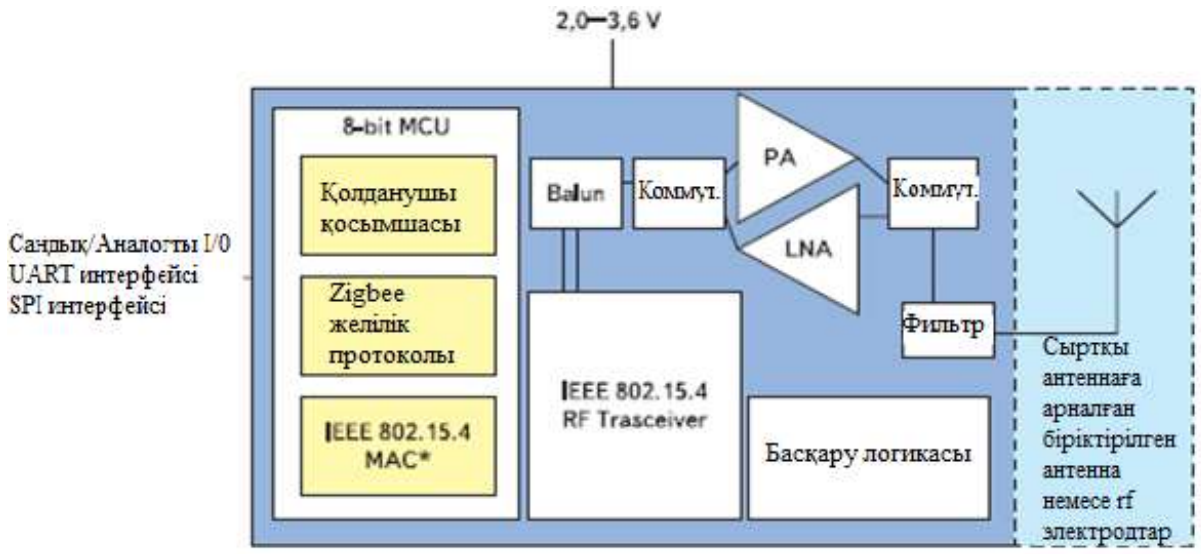
ZigBee желісінің тамаша ерекшелігі оның жекелеген тораптары істен шыққан жағдайда желінің жұмысқа қабілеттілігін өздігінен қалпына келтіру мүмкіндігі болып табылады. Бұл сипат әрбір торап өз көршілерін қадағалайтынына, маршруттық кестелерді олардан қабылданған сигналдардың қуатын бағалау негізінде үнемі жаңартатынына негізделген.

Нәтижесінде, көршілердің кеңістіктік орналасуын өзгерту немесе құрылғылардың бірінің желісінен шығу кезінде жаңа хабарлама бағыты есептеледі. Бұл артықшылық өнеркәсіптік кедергілер болған кезде, сондай–ақ кейбір түйіндер қозғалатын объектілерде орналасқан жағдайларда, ауыр жұмыс жағдайында өндірістік нысандарда жұмыс істейтін желілерде өте маңызды [9].

Күзет жүйесінің контроллерін әзірлеу кезінде Радиоарнамен ZigBee хаттамасын пайдалана отырып, аспаптың радиоарна бойынша байланысын қарастырды. Қазіргі уақытта ZigBee–тарататын ақпараттың шағын көлемі бар сымсыз желілерді құру үшін ең перспективалы технология болып табылады және мұндай хаттама әзірленетін құрылғыда пайдалану үшін ең қолайлы болып табылады.

1.3 Құрылымдық сұлбаның сипаттамасы

Радиоканалы бар күзет жүйесінің контроллерінің құрылымдық сұлбасы 1.8–суретте көрсетілген. Кабельдік маршруттарды төсеу мүмкіндігі жоқ бөлмелердің тармақталған құрылымы бар объект үшін релелік режимде жұмыс істеуге теңшелген ZigBee технологиясын қолдана отырып байланыс модулін қолдану қажет (1.8–сурет).



1.7 сурет – Құрылғының құрылымдық сұлбасы

Бұл аспаптың әмбебаптығы кез келген жерде орнатылған кез келген құрал жетекші ретінде бағдарламаланады және желінің координаторы болып табылады. Желі топологиясы контроллерге мекен–жай беру және функционалдық мүмкіндіктерді тағайындау басталады.

RS–485 интерфейсінің көмегімен желі үйлестірушісі басқару және бақылау пультіне немесе күзет орнында орналасқан тиісті бағдарламалық қамтамасыз етуі бар компьютерге қосылады. Осы интерфейс бойынша пультке ZIGBEE трансивер модулі көмегімен ретрансляция әдісімен (біреуден екіншісіне) радиоарна бойынша берілетін қашықтағы объектілерден хабарлар келіп түседі.

Процессордың бағдарламалық қамтамасыз етуі шс1 – ШС4 сигнал беру шлейфтерін тәулік бойғы режимде және аспаптың конфигурациясына байланысты пайдаланушы белгілеген уақыт бойынша бақылауға мүмкіндік береді.

ШС қоректендіруді тастайтын құрылғы түтін датчиктерін 3 секундқа қоректендіретін кернеуді алып тастау арқылы тастауға мүмкіндік береді.

Кернеу түрлендіргіш сигнал беру датчиктерін қоректендіруге қажетті 27 вольт кернеуін генерациялайды. Трансивер мен процессордың қоректенуі 3,3 вольтты түрлендіргіштен беріледі, 5 вольт кернеу тұрақтандырғышы RS–485 интерфейсінің күшейткішін жабады. Реле көмегімен аспап Жарық–дыбыс хабарлағыштар, электромагниттік құлыптар, желдету жүйесі және т. б. сияқты сыртқы атқарушы құрылғыларды басқарады.

"Жұмыс" индикаторлары бойынша контроллердің жай – күйі анықталады: жасыл жарық – бақылаудан алынды, қызыл–бақылауда шс, осы бөлімнің дабылы 1 Гц жиілікпен жыпылықтайды.

Енгізу құрылғысы аспапты қоректену бойынша переполюсовкадан қорғайды.

Құрылғы арасындағы орнату қашықтығы 100 метрге дейін жетеді және қабырғалардың саны мен қалыңдығына байланысты.

1.4 Электрлік сұлбаның сипаттамасы

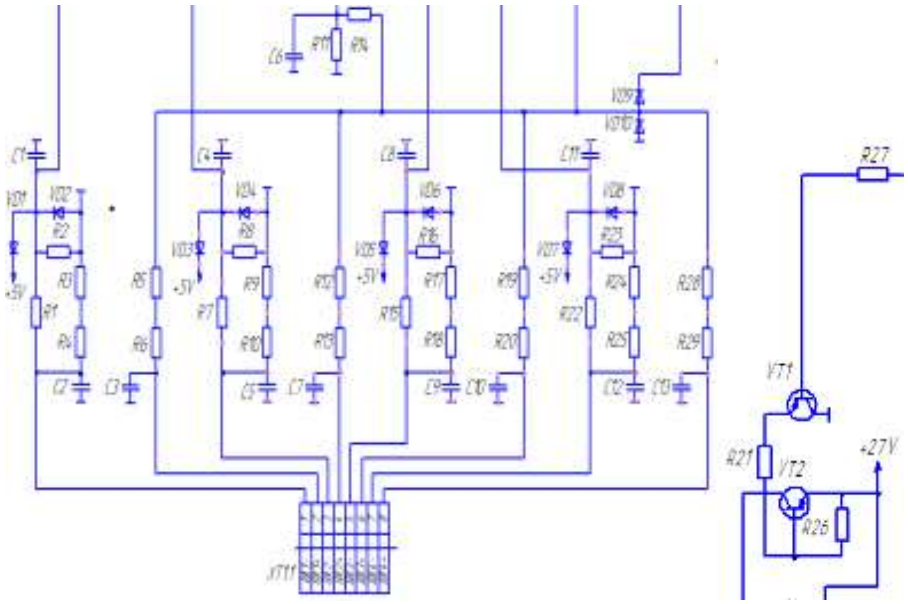
Жұмыс сипаттамасымен танысқан күзет жүйесінің контроллері радиоарнамен, оның электрлік принципті сұлбасымен: бұл ақпарат көздері қандай дәрежеде және қаншалықты толық параметрлерді таңдауға көмектеседі; қандай мәліметтер жоқ; жетіспейтін мәліметтерді қандай жолмен толтыруға болады.

Электр принципиалды сұлбаға талдау жасай отырып, болашақ құрылғының конструкциясының нұсқаларына қатысты мәселелерді шешу қажет. Баспа түйіндерін орналастыру тәсілін, құрылғыда әрекет ететін кернеу мен токтардың шамаларын, негізгі баспа түйінінен тыс сұлбаның қандай элементтерін шығару керек екенін анықтау қажет.

Аспаптың құрамында индикация құралдары бар, сондықтан конструкцияда осы элементтерді орналастыру үшін бет панелі болуы тиіс. Сондай–ақ, сұлбада сыртқы құрылғыларды қосу үшін коммутация элементтері бар, оларды конструкция платасында орналастырамыз.

Бұл құрылғыда тұтынылатын қуаты аз радиоэлементтер қолданылады, демек, артық жылуды шығару үшін арнайы перфорациялық тесіктер қажет емес.

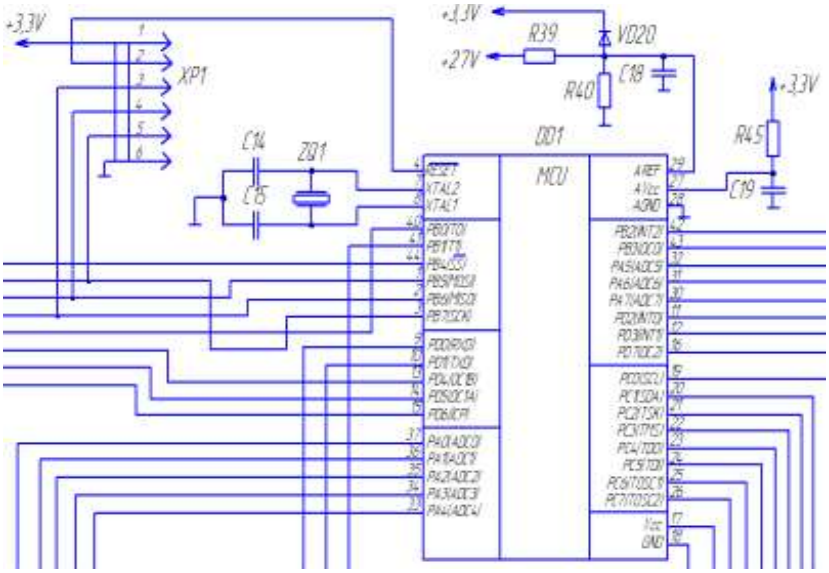
1.4.1 Байланыс контроллерінің жұмыс принципін сипаттау. Аспаптың қоректенуі номиналды кернеуі 12 вольт (10,2–ден 14,8 В–ға дейін) тұрақты токтың сыртқы қоректену көзінен жүзеге асырылады. Номиналды шығу кернеуі 12 вольт "РИП–12" резервтелген қуат көздерін пайдалану ұсынылады.



1.8 сурет – AL кернеуінің бөлгіштері, қуатты басқару +27В

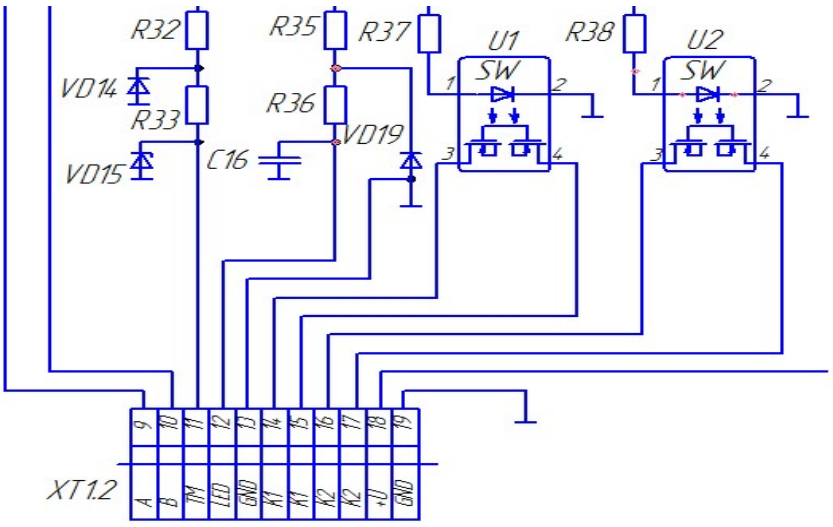
Басқару – бақылау режиміне орналастырылған төрт арналы құрылғы дабыл контурының (бұдан әрі – AL) конфигурациясына, шамамен 5–8 мА ағымына байланысты ADC AL қосылған порттарды тексеруді бастайды (1.9 сурет).

Әрбір арна R1, R2, R3, R4 резисторларынан тұратын (ШС1 мысалында қарастырайық) кернеуді бөлгішке ие, ол 20 мА аспауы тиіс Ток бойынша шектеу үшін. Аспап жұмыс істеп тұрған датчик арқылы өтетін токтың шектеуін қамтамасыз етеді. Vd1, VD2 диодтары кернеу бойынша портты қорғау болып табылады. C1, C2 конденсаторлары жоғары жиілікті бөгеуілдердің пульсациясын тегістейді. Датчиктер R5, R6 бөлгіштері арқылы +27 вольт кернеумен қоректенеді.



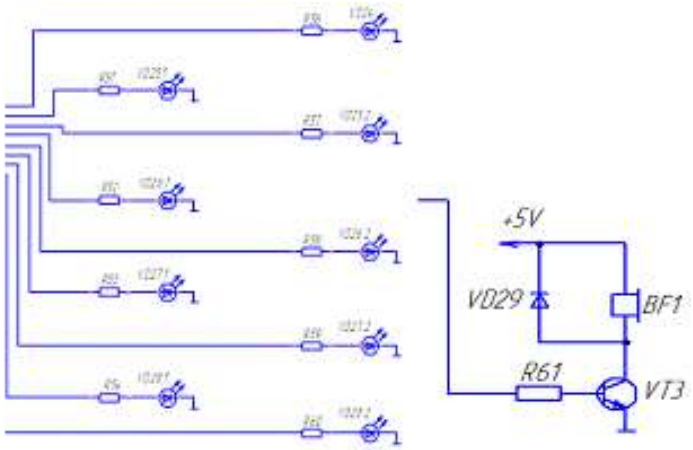
1.9 сурет – Басқару контроллері

Басқармасы тамақтану (+27В) ШС жиналды кілттерінде VT1, VT2 қажетті ағызу үшін датчиктердің бастапқы жұмыс жағдайы. Сондай–ақ сызбада кері байланыс және қоректендіруді бақылау үшін қажетті R11, R14 резисторларда жиналған кернеуді бөлгіш бар. Шлейф бұзылған кезде ток 3мадан аз азаяды немесе 10 мА–дан астам ұлғаяды, DD1 контроллері (1.9 – сурет), SPI интерфейсі және A1 радиоарналық модулі арқылы "дабыл" береді, ретрансляция режимінде жұмыс істейтін көрші аспаптардың көмегімен "Орион" интеграцияланған жүйесінің күзет пультіне жетеді. Бір уақытта PC5, PC6 DD1 порттарында оптоэлектронды реле басқару сигналдары пайда болады (1.10 –сурет) U1, U2, әрбір дабыл түрі үшін жеке бағдарламаланған.



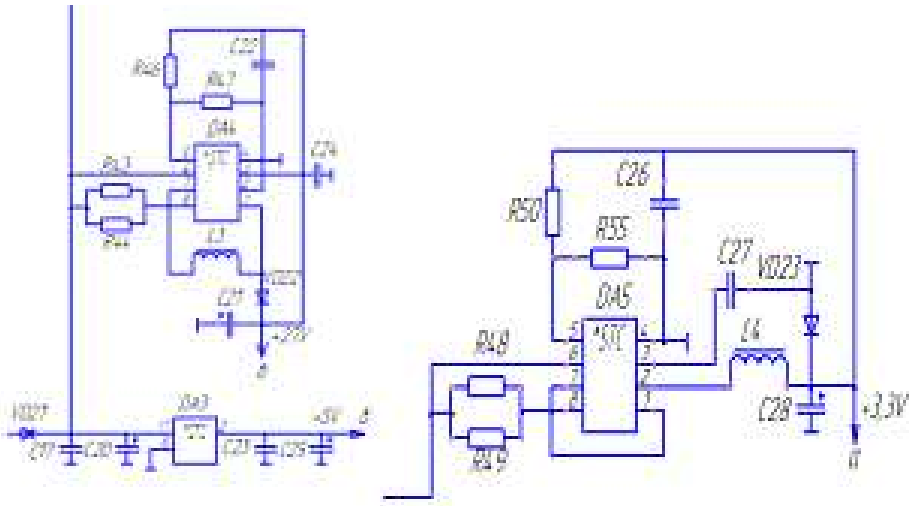
1.10 сурет – Аспапты басқару тізбегі бар оптоэлектронды реле

ШС индикациясы тізбектерінде 1.11–сурет аспаптың бет панеліне шығарылған VD25–VD28 екі түсті жарық диодтары қолданылады. "1–4" индикаторларының қызыл шырағдануы бақылау режимін білдіреді, ал жұмыс істеп тұрған СС индикаторы 1 Гц жиілікпен кебеді. Vt3 кілтімен басқарылатын BF1 дыбыс кіріктірілген құлақтандырғышы үзік дабыл шығарады. Желідегі аспапты бақылау vd24 диодымен, сондай–ақ құралдың бет панеліне шығарылған бақыланады. "1–4" индикаторларының жасыл шырағы аспаптың бақылаудан алынған күйін білдіреді. (1 – Wire, μ–LAN), Wiegand–Touch Memory (1–Wire, μ–LAN), немесе ABA TRACK II магнитті карталар интерфейсі қол жеткізуді бақылау жүйелерінде қолдануға мүмкіндік береді. VD14, VD15 қорғау тізбектері және R32, R33 резисторларындағы кернеуді бөлгіш (1.10–сурет) қол жеткізу кілттерінің кодтарын оқу үшін бір сымды интерфейсті ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Кілттер кодтарының жады сыйымдылығы (PIN кодтар) 2048 құрайды[10].

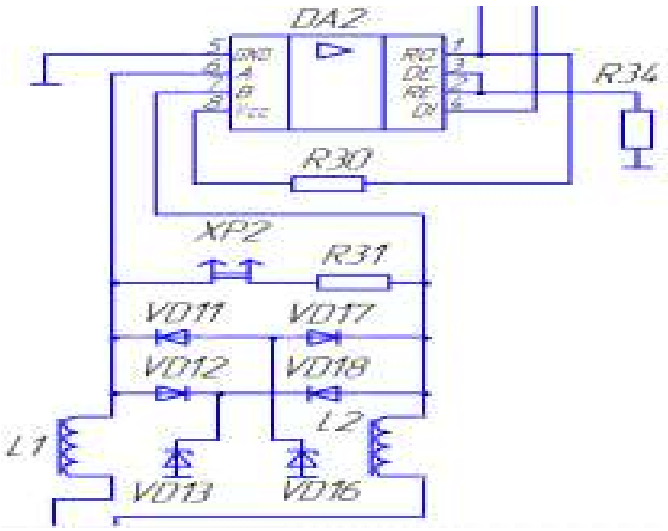


1.11 сурет – Индикация тізбектері, дыбыстық хабарлағыш

Жеткізу кернеуі +3,3 және +27 (1.11–сурет) вольтты SMPS әмбебап импульсті DA4, DA5 контроллерлерінің көмегімен DC / DC түрлендіргіштерімен, жұмыс диапазоны 3V–ден 40 В–қа дейін, шығыс тогы 1–ге дейін, 5 А. полярлықты қалпына келтіретін VD21 қорғаныс диоды бар DA3 тұрақтандырғышы және жоғары жиілікті кедергіден алынған C20, C25 және C17, C23 электр сүзгілері диодты қорғаныс тізбегін DA2 +5 вольтты электр тізбегімен бір уақытта қамтамасыз етеді.



1.12 сурет – Кернеу түрлендіргіштері



1.13 сурет – UART күшейткіші

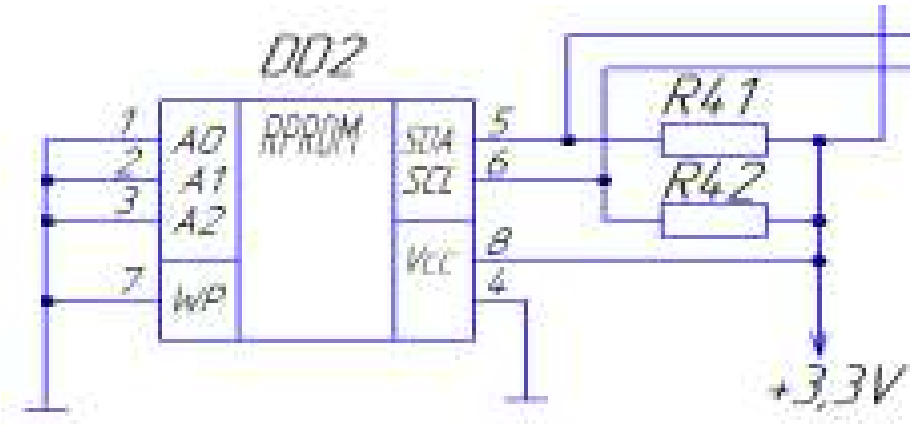
RS–485 интерфейсінің болуы қорғау–өрт сигнализациясының интеграцияланған жүйесіне қосылған желі үйлестірушісінің аспапты тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Әмбебап асинхронды қабылдағыш (UART) аспапты күзет постынан 1500 метрге дейін қашықтықта орнатуға мүмкіндік береді. "RS–485" интерфейс кабелі "a, B" нүктелеріне XT 1.2 клеммасына қосылады, оның сигналы L1, L2 бөгеуілден қорғау дроссельдері және vd11,

VD12, VD17, VD18, VD13, VD16 қорғау диодтары арқылы қабылдағыш таратқыштың кірісіне түседі (1.13–сурет), одан шығу сигналы DD1 UART микросұлбасының портына түседі.

Желідегі тұрақты толқындарды сөндіру үшін r47 резисторы қарастырылған, ол XP2 қосқышы арқылы джемпермен тұйықталумен қосылады

Сонымен қатар, C16, R35, R36 элементтеріндегі Қорғаныс тізбектері және VD19 қорғаныс диоды арқылы контроллер портына қосылған санағыш жарық диоды рұқсат етеді (1.14 –сурет).

Егер хабарламаны қалыптастыру кезінде аспап желілік контроллермен байланыс болмаса, онда оқиға DD2 (EEPROM) энергияға тәуелді жад буферінде сақталады – 1023 оқиға, және интерфейс бойынша байланыс қалпына келтірілгенде оның пайда болу уақыты мен күнін көрсете отырып, желілік контроллерге жіберіледі.



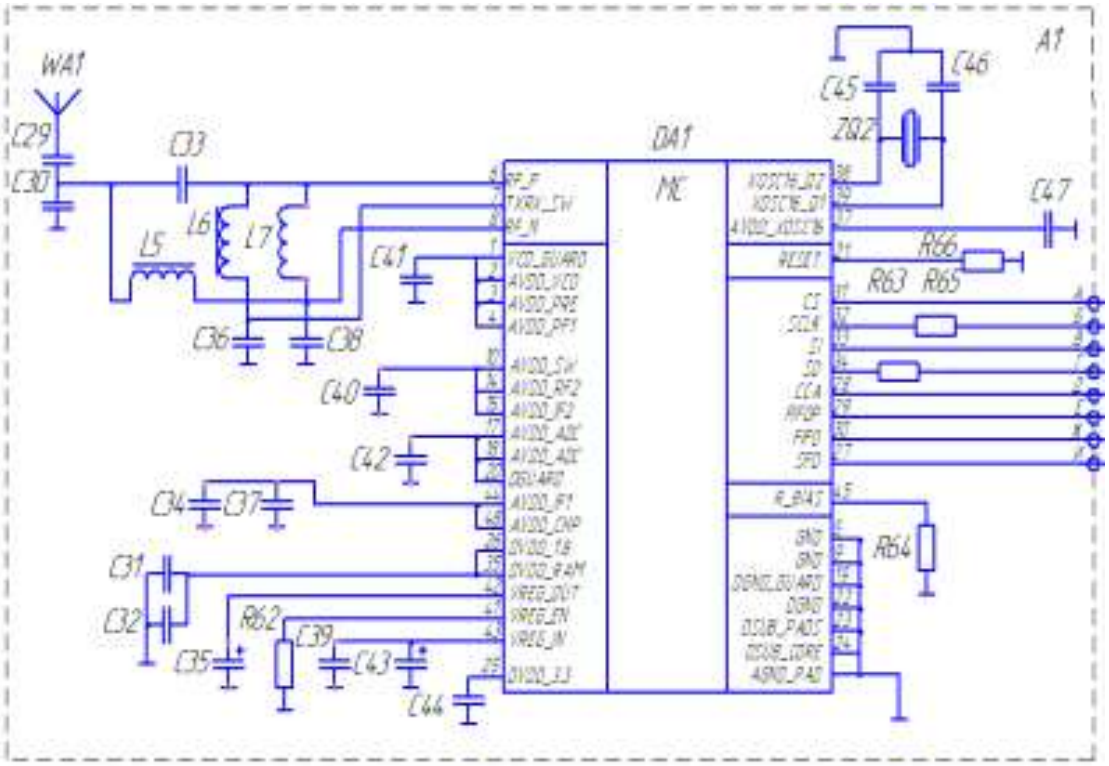
1.14 сурет – Буфер жадысы

Сыртқы құлақтандыру құралдарын қосу және қол жетімділікті бақылауды басқару мүмкіндігі U1, U2 шығулары XT 1.2 қорытынды K1, K2 клеммаларына қосылған оптоэлектрондық релеге мүмкіндік береді.

АЦТ тірек кернеуінің кірісінде R39, R40 кернеу бөлгіші орналасқан, vd20 диоды порттың қорғалуын қамтамасыз етеді, АЦТ қоректендіруі r45 резисторы және C19 сүзгі арқылы беріледі.

SPI интерфейсіне қосылған HR1 бағдарламалау қосқышы DD1 контроллерін бағдарламалауға мүмкіндік береді, сондай–ақ SPI интерфейсінің көмегімен ZigBee технологиясы бойынша қабылдағыш таратқыш модулі қосылады.

1.4.2 МО–СС2420–Z модулі жұмысының сипаттамасы. A1 Модулі (1.15–сурет) 2.4 ГГц IEE 802.15.4 диапазонында аз қуатты және төмен вольтты сымсыз қосымшаларға арналған RF модульдің үйлесімді трансивері жұмыс істейді.



1.15 сурет – МО–СС2420–Z трансивер модулі

МО–СС2420–Z CC2420 Chipcon ' S жоғары өнімді микросұлбалар негізінде дестелерді өңдеуге, деректерді буферлеуге, деректерді беруге, шифрлауға және деректерді аутентификациялауға, арнаны нақты бағалауға, ақпарат пакеттерінің сапасы мен мерзімдерін көрсете отырып сілтемелерге арналған аппараттық құралдарды кеңінен қолдауды қамтамасыз етеді. Бұл функциялар хост–контроллерге жүктемені төмендетеді және ZigBee технологиясы бойынша жұмыс істейтін қымбат емес контроллерлерден интерфейсті жинауға мүмкіндік береді.

Сипаттамасы:

– бір кристалды 2.4 ГГц IEEE 802.15.4 модем және MAC қолдау жолағымен үйлесімді RF қабылдағыш;

– DSSS жолақтары 2 Mchips / с және 250кбит / деректерді берудің тиімді жылдамдығы бар модем;

– төмен тұтыну тогы;

– 2,4 ГГц IEEE 802.15.4 үйлесімді RF трансивері;

– 2 ~ 3,6V жұмыс кернеуі;

– қол жетімді жиіліктер: 2,4–2.483 GHz;

– бағдарламалық шығыс қуаты;

– 128 (RX) + 128 (TX) деректер байты;

– сандық RSSI / LQI қолдау;

– MAC шифрлау жабдығы (AES–128);

– батареяны бақылау[11].

1.1 – кестеде модуль контактілерінің сипаттамасы көрсетілген.

1.1 кесте – МО–СС2420–Z модулінің контактілер кестесі

№ Контакт реті	атауы	Типі	Сипаттамасы
1	VCC	power	2 ~ 3.6V қорек көзі
2	GND	GND	GND
5	FIFO	Digital I/O	тестілік режимде деректерді Енгізу /шығару
6	CSn	Digital Input	кристалды таңдау
7	SO	Digital Output	SPI Шығыс, жоғары CSn деңгейінде үш күйден теріс SCLK жаңарту
8	SI	Digital Input	алдыңғы кіру, SCLK оң фронты бойынша алынады
9	SCLK	Digital In	Тактілік кіріс, 10 МГц– қа дейін
10	CCA	Digital In	арнаны тазалау / мультиплексордың сандық шығысы
11	SFD	Digital Out	бөлгіш кадр басы
12	FIFOP	Digital I/O	FIFO–дағы байттар санының артуы RF шығу шегінен / тактілік RF

1.4.3 СС2420 трансиверінің жұмыс істеу принципі. СС2420 қабылдағыш ӨСБ ерекшеліктері. RF сигналы төмен шу күшейткішімен (LNA) және аралық жиіліктерде (ӨБ) квадратта (I және Q) төмендететін түрлендіргішпен күшейтілген RF сигналы. IF (2 МГц) – да, i / Q кешенінде сигнал сүзіледі және күшейтіледі, содан кейін АСТ цифрланады. Автоматты бақылау, соңғы сүзу арнасы, символдар мен байттардың арақатынасы синхрондау цифрлық түрде жүзеге асырылады [11].

SFD шығысы белсенді болған кезде, бұл бөлінген жақтаудың басталғанын білдіреді. СС2420 128 байт буферді FIFO арқылы алады. Пайдаланушы ФИФО кірісі арқылы SPI интерфейсі арқылы оқи алады. 128 байт буферіндегі мәліметтер FIFO арқылы беріледі. Кіріспе және раманың басы аппараттық құралдармен бөлінген. Әр таңба (4 бит) IEEE 802.15.4 тізбегін 32 чипке дейін таратады және цифрлық–аналогтық түрлендіргішке (ЦАТ) шығады [11].

Араластырғыш түрлендірілген квадратураға (I және Q) аналогты төмен өту сүзгісіне сигнал жіберіледі. РЖ сигналы қуат күшейткішімен (ПА) күшейтіліп, антеннаға беріледі [11].

Цифрлық жолақ өңдеу кадрын қолдауды, байланыстыру мекенжайын, MAC қауіпсіздік деректерін қамтиды. Төрт сымды тізбекті SPI интерфейсі деректерді конфигурациялау және буферлендіру үшін қолданылады [11].

СС2420 транссивері құрылғы үшін ең қолайлы және техникалық тапсырмада көрсетілген аспаптың сипаттамаларына сәйкес келеді.

1.5 Қуатты, жүктеме сыйымдылығын есепте

Есептеу ең көп жүктелген элементтерге сәйкес жүзеге асырылады, яғни. максималды ток тұтынумен жұмыс істеу.

Анықтамалық мәліметтерден [12] келесі элементтер үшін таңдалған қуат тұтынуы:

ATmega32–16PU – ($P_{пот}$=0,0055Вт)
MO–CC2420 Z – ($P_{пот}$=0,066Вт)
AT24C512 – ($P_{пот}$=0,025Вт)
MC33063A – ($P_{пот}$=0,16Вт)
KAA – 3528ESGC – ($P_{пот}$=0,512Вт)
CLM1C–WKW–CVa6Wb153 – ($P_{пот}$=0,064Вт)
ADM1485 – ($P_{пот}$=0,9Вт)
CPC1117N – ($P_{пот}$=0,35Вт)
$P_{пот}$ ШС ×4=0.9 Вт

Барлық мәндерді қорытындылай отырып, мен байланыс контроллерінің жалпы қуатын 3 Вт–тан аспаймын.

Осылайша, құрылғы тұтынатын қуат техникалық сипаттамада көрсетілген мәннен аспайды (3 Вт)

1.6 Блоктарды орналастыру нұсқалары

Бастапқы деректерді талдау кезінде ойластырылған конструкцияның мақсаттарын, принциптерін, параметрлерін, сипаттамаларын техникалық тапсырмада бар адамдармен салыстыруды жүргіземін. Бұл деректер, әрине, жобалық міндеттерді орындау үшін жеткіліксіз, сондықтан, прототиптен не алуға болады деп ойлауға не жетіспейтінін анықтау керек. Кез келген бұйым (аспап) бір жағынан құрылым (құрамы), пішіні, беті, өлшемдері, материалдары сияқты параметрлермен сипаттауға болады.

Құрылым конструкцияның құрамын, байланыс контроллері тұратын конструктивті аяқталған бөліктердің механикалық қосылыстарының тағайындалуы мен тәсілін анықтауы тиіс.

Пішін көлемді, құрылғының орын алған кеңістігінің бөлігін, жұмыс орнында орналасуын, бекітудің тұрақтылығын анықтайды. Сыртқы әсерлерден қорғауды, индикация және коммутация органдарын орналастыру орындарын анықтайды[13].

Өлшемдері–конструкция көлемінің, массасының, материалдың шығысының, беріктігінің сандық сипаттамаларын анықтайды.

Байланыс контроллері корпусының күрделілігін, құнын, дайындау тәсілін, механикалық және физикалық сипаттамаларын анықтайды[14].

Екінші жағынан, Электрондық құрылғының функционалдық мақсаты мен электрондық іс–әрекет принципін қамтамасыз ету тұрғысынан: өңделетін ақпаратты бейнелеу құралдары; адамның қатысуы үшін басқару және реттеу

органдары; тұрақты токпен қоректендіру, сымдар мен кабельдердің көмегімен дербес компьютермен қосылу сияқты сыртқы электр тізбектерімен аспапты электрлік қосу құралдары болуы тиіс.

Индикация құралдары–адамға ұсынылатын ақпараттың санын, шапшаңдығын, ыңғайлылығын, оны қабылдау қателігін анықтайды[14].

Электр қосқыштары–құрылғының сыртқы тізбектермен электрлік қосылуының ыңғайлылығы, қарапайымдылығы, сенімділігі[14].

Жылу және механикалық әсерлерден қорғануды сипаттайды.

Техникалық тапсырмаға сәйкес жобаның тақырыбы радиоарнамен күзет жүйесінің контроллерінің құрылымын әзірлеу болып табылады. Контроллер тұрады торабының индикациялау, коммутация торабының, микроконтроллердің, трансивер ZigBee, түрлендіргіш тұрақты токтың аралық жад және оптоэлектронных реле. Аспап стационарлық аппаратураға жатады.

Жұмыс шарттары тұрақты емес жылытылатын бөлмелерде (көлемде) контроллердің жұмыс жағдайларына сәйкес келуі керек. Жұмыс температурасы минус 0–ден плюс 40 ° С–қа дейін. Ең жоғарғы салыстырмалы ылғалдылық 98% плюс 25 ° С температурада. Байланыс контроллері тасымалдау кезіндегі діріл мен соққыға, кездейсоқ құлап кетуге және т.б.

Объектілерді бақылау және қорғау үшін өнеркәсіптік үлгінің датчиктері пайдаланылады,сондай–ақ кіруді бақылау және басқару үшін стандартты құрылғылар қолданылады. Датчиктер мен басқа да аспаптар икемді кабельмен контроллермен жалғанады.

Байланыс контроллерін қолдану құрылғының басқа құрамдас бөліктерінің мөлшері мен орналасуына, орналасуына және орналасуына негізделген орналасуы мен өлшемдерін, сонымен қатар пайдаланудың қарапайымдылығын қамтамасыз етеді, сондықтан жалпы өлшемдері 157.8×95.5×53мм.

Талдау шарттарын пайдалану керек екенін таңдау радиоэлементтер жұмысын қамтамасыз етуі тиіс контроллер берілген жағдайында төмендету сенімділік.

Құрылғының әзірленетін конструкциясы технологиялық болуы тиіс.

1.7 Құрылымды орнату нұсқалары

Қазіргі заманғы ЭВА күрделілігі құрылымдық, электрлік сұлбалармен қатар құрастыру эскиздерінің де келтірілуін талап етеді. Бұл құрылғы үшін бірнеше орналасу опциялары болуы мүмкін.

Ұсынылған нұсқалардың әрқайсысының өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Принципиалды сұлбаға сәйкес электр қосылыстары бар контроллердің берілген көлемінде платалар мен басқа да конструктивтік элементтердің орналасуы және бағдарлануы. Сондықтан ұсынылған жинақтау нұсқалары жоғарыда баяндалған сәйкес қарастырылуы тиіс. Таңдау оңтайлы нұсқа орналасу қажет және оның қолдану шарттары мен пайдалану

қолайлылығы, пайдалану, қамтамасыз ету жоғары жөндеуге жарамдылық, қорғау, ішкі және сыртқы әсерлерден.

Егер таңдау өлшемінен үлкен көрсеткіштерді алатын болсақ, онда ең оңтайлы болып платалардың көлденең орналасуы бар опция болады, бірақ бұл орналасу тәсілі құрылғының барлық тораптарына жақсы қатынауды қамтамасыз етпейді, сондай–ақ құрылғының габариттері артады. Сонымен қатар, ауаның циркуляциясы қамтамасыз етілмейді, өйткені платалар қыздырылған ауаға жоғары жылжытуға мүмкіндік бермейді. Егер корпустың көлбеу жазықтығы болса, онда көлденең жазықтықта платалардың орналасуы орынсыз болады, өйткені корпус көлемін толтыру коэффициенті жоғары емес.

Тұтастыру тік орналасуымен плат тұрғысынан оңтайлы жылу режимін анағұрлым артығырақ, өйткені құрылады идеалды шарттары ауаның циркуляциясы үшін (егер арасындағы арақашықтық платами 10–нан астам мм). Бұл тәсілдің кемшілігі жөндеу жарамдылығының төмендігі, платалар пакетінің ішінде орналасқан элементтерге оңай қол жеткізудің мүмкін еместігі болып табылады. Айналмалы панельдерді қолдана отырып ең қолайлы опция. Сонымен бірге, жөндеу жарамдылықтары артады, ал жылу режимі оңтайлы болып келеді, бірақ құрылғының конструкциясы күрделене түседі.

Жобаланған контроллер функционалдық күрделілік өлшемдеріне, пайдалану талаптарына жоғары талаптар қойылмайды, бірақ құрылғының зертханалық, астаналық тұрғын үйде және басқа ұқсас типтегі үй–жайларда пайдалануға байланысты, климаттық жағдайларға байланысты бір қатар шектулер қойылады. Жобалау кезінде тұрғын үйді жобалаудың келесі нұсқалары қарастырылды.

Негізгі баспа платасы элементтерінің орнату алаңдары 1.2 –кестеде көрсетілген.

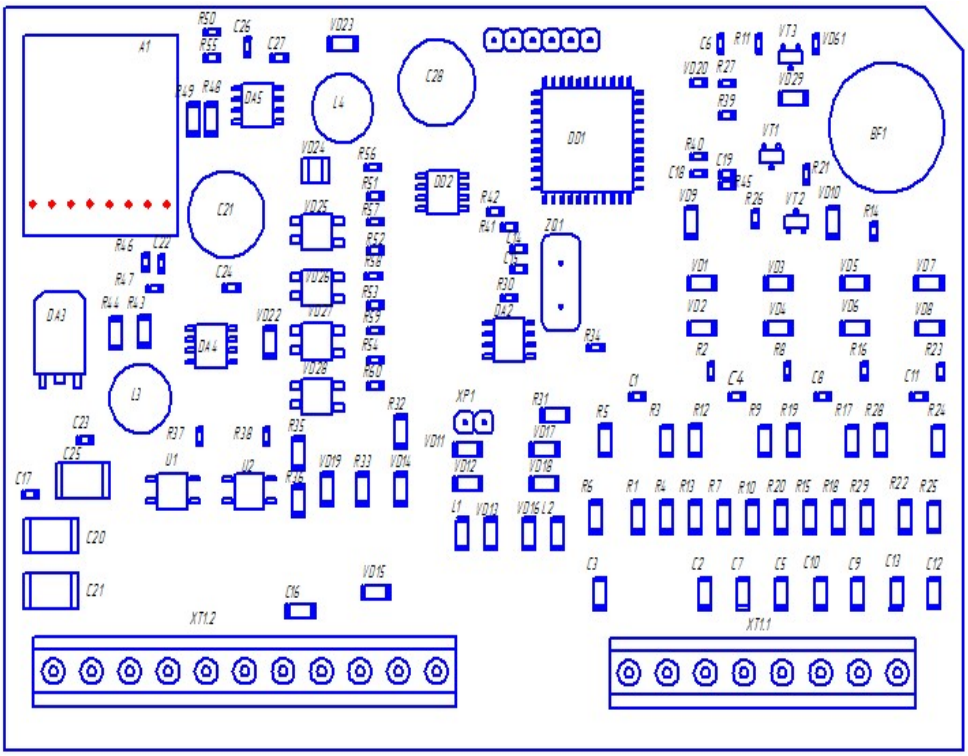
1.2 кесте – Элементтердің орнату алаңдары

Белгілеуі	саны, дана.	B, мм	L, мм	$S_{уст.}$, мм^2
A1	1	20	23	598
BF1	1	15	15	292,5
C2, C3, C5, C7, C9, C10, C12, C13, C16	9	1,6	3,2	40,5
C1, C4, C6, C8, C11, C14, C15, C17─C19, C22─C24, C26, C27	15	0,8	1,6	19,2
C20, C25	2	4,3	7,3	83,2
C21, C28	2	8	8	32
DA2, DA4, DA5	3	5	6	117
DA3	1	6,6	9,5	62,7
DD1	1	11.75	11.75	30.55
DD2	1	5	8,8	57,2
L1, L2	2	5	5	65

1.2 кестенің жалғасы

белгілеуі	саны, дана.	B, мм	L, мм	S уст., мм2
L3, L4	2	1.6	3,2	13,65
R1, R3─R7, R9, R10, R12, R13, R15, R17─R20, R22, R24, R25, R28, R29, R32, R33, R35, R36, R43, R44, R48, R49	28	1,6	3,2	163,8
R2, R8, R11, R14, R16, R21, R23, R26, R27, R30, R31, R34, R37─R39, R40─ R42, R45─R47, R50, R51─R61	33	0,8	1,6	54,91
U1, U2	2	4	6	62,4
VD1─VD12, VD14, VD15, VD17─ VD19, VD29, VD24	19	1,5	3,3	70,2
VD13, VD15, VD16, VD20, VD22, VD23	6	2	5	65
VD25─VD28	4	2,8	3,5	50,96
VD21	1	2,7	3.5	12,28
VT1─VT3	3	3	3	35,1

Элементтерді орналастыру 1.16 –суретте көрсетілген.



1.16 сурет – баспа платасында элементтерді жинақтау

2 Платаның резонанстық жиілігін есептеу

Қолданыстағы электрондық жабдықтардың көптеген түрлері механикалық кернеулерге ұшырайды, олардың әсер ету көздері мен олардың жабдыққа қатысты орналасуына байланысты табиғаты мен интенсивтілігі әр түрлі болуы мүмкін.

Бастапқы деректер:

плата негізінің материалы фольгирленген шынытекстолит

серпімділік модулі Е×105, кг / см2 3,45

тығыздығы р, г/см3 1,8–ден 3,3–ке дейін

Платада орнатылатын элементтердің параметрлері 3.1–кестеде келтірілген[15].

2.1 кесте – Элемент параметрлері

элементтерді белгілеу	саны, дана.	Бір элемент массасы, г	Жалпы элементтер массасы, г
A1	1	6,3	6,3
BF1	1	0,32	0,32
C2, C3, C5, C7, C9, C10, C12, C13, C16	9	0,019	0,171
C1, C4, C6, C8, C11, C14, C15, C17─C19, C22─C24, C26, C27	15	0,003	0,045
C20, C25	2	0,3	0,6
C21, C28	2	0,9	1,8
DA2, DA4, DA5	3	0,150	0,150
DA3	1	2,07	2,07
DD1	1	2,361	2,361
DD2	1	0,192	0,192

Пластина шеттерін бекітудің барлық жағдайлары үшін меншікті жиілік [Гц] мынадай формула бойынша анықталады:

$$f = \frac{ch}{a^2} \cdot 10^4 \qquad (2.1)$$

мұндағы a – пластина ұзындығы, см

h– пластина қалыңдығы, см

c – жиіліктік тұрақтылық.

Маңызы бар жиілік тұрақты байланысты нұсқасын бекіту және қарым–қатынас ұзындығын тараптардың пластиналар анықталады. Жағдайы үшін, қатты бекітумен шеттерін баспа төлемақы қабылдаймын мәні жиілік тұрақты: с=145[16].

Егер пластина болаттан емес, басқа материалдан жасалған болса, онда формулаға материалға түзету коэффициенті енгізіледі:

$$K_M = \sqrt{\frac{E \times p_c}{E_c \times p}} \qquad (2.2)$$

мұндағы E – қолданылатын материалдың серпімділік модулі, кг/см^2;
p – қолданылатын материалдың тығыздығы, г/см^3,
E_c=21 × 10^5 кг/см^2 – болат серпімділік модулі;
p_c=7,85 г/см3– болат тығыздығы

$$K_M = \sqrt{\frac{E \times p_c}{E_c \times p}} = 0{,}846.$$

Егер пластина біркелкі жүктелген болса, онда элементтердің массасына түзету коэффициенті енгізіледі:

$$K_{MAC} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{Q_э}{Q_п}}} \qquad (2.3)$$

мұндағы $Q_э$ – пластинада орналастырылған элементтердің салмағы;
$Q_п$ – пластина массасы.

$$K_{MAC} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{Q_э}{Q_п}}} = 0{,}53.$$

Демек, бірқалыпты жүктелген пластинаның өзіндік тербеліс жиілігін анықтау үшін формуланы келесі түрде жазуға болады:

$$f = K_M \times K_{MAC} \times \frac{Ch}{a^2} \times 10^4 = 1185{,}4 Гц \qquad (2.4)$$

[17] сәйкес, стационарлық жабдықта жұмыс жасайтын сыртқы жиіліктер диапазоны 1 ден 55 Гц–ке дейін, бұл баспа сұлбаларының табиғи жиіліктерінен әлдеқайда аз.

Қорытынды: қауіпсіздік жүйесі контроллерінің радиоарнасы бар резонанстық жиілігі қанағаттарлық деп саналады.

2.1 Өнімнің сенімділігін есептеу

Сенімділік–бұйымның белгілі бір уақыт аралығында берілген шектерде және берілген пайдалану шарттарында өз параметрлерін сақтау қасиеті[18].

Жалпы сенімділікті үш қасиеттің жиынтығы ретінде қабылдауға болады: тоқтаусыз, қалпына келу, беріктілік.

Тоқтаусыз жұмыс істеу–белгілі бір пайдалану жағдайларында берілген уақыт ішінде жүйенің жұмысқа қабілеттілігін үздіксіз сақтау қасиеті. Ол істен шығудың заңдылықтарымен сипатталады.

Қалпына келу–техникалық қызмет көрсету сапасын ескере отырып, істен шығуды анықтауға және жоюға жүйенің бейімделуі. Ол істен шығуды жою заңдылықтарымен сипатталады.

Ұзақ мерзімділік–жүйенің белгілі бір жағдайларда жұмысқа қабілеттілігін ұзақ сақтау қасиеті. Сандық пайдалану басталғаннан бастап одан әрі пайдаланудың техникалық және экономикалық орындылығы сәтіне дейін жүйені практикалық пайдалану кезеңінің ұзақтығымен сипатталады.

Олардың қолдану саласына байланысты сенімділікті арттыру әдістерін үш негізгі топқа бөлуге болады: өндірістік, сұлбалық–конструкторлық, эксплуатациялық.

Өндірістік әдістерге мыналар жатады: біртекті өнім алу, технологияны тұрақтандыру, ақаулар мен істен шығу механизмдерін талдау, сынау әдістерін әзірлеу, сенімділік көрсеткіштерінің сыртқы әсерлердің интенсивтілігіна тәуелділігін анықтау[18].

Сұлбалық–конструкторлық әдістерге мыналар жатады: жүктеменің қолайлы шарттарын таңдау, тораптар мен элементтерді біріздендіру, элементтер параметрлерінің ауытқуына рұқсат етілген сұлбаларды әзірлеу, резервтеу, жабдықтың жұмысын бақылау, уақыт бойынша жұмыс қорын енгізу.

Пайдалану әдістеріне мыналар жатады: сенімділік ақпаратын жинау, қалпына келтіру интенсивтілігін арттыру, профилактикалық іс–шаралар, шекаралық сынақтар[18].

Эксплуатациялық сенімділік талаптарын қанағаттандыру бойынша ең жауапты кезең жобалау кезеңі болып табылады.

Тәжірибелік үлгіні жобалау және дайындау кезінде жұмыста қауіпсіздік, Жөндеу жарамдылығы, аппаратураның ұзақ уақытқа жарамдылығы тұрғысынан өндіріс және пайдалану шарттары қаншалықты жан–жақты ескерілді, соншалық пайдалану сенімділігіне ие болады.

Қауіпсіздік өлшемдеріне: тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы, істен шығу жиілігі, істен шығу интенсивтілігі, тоқтаусыз жұмыс істеудің орташа уақыты, істен шығуға істелген жұмыс жатады.

Істен шығудың интенсивтілігі істен шыққан бұйымдар санының уақыт бірлігіне жарамды жұмыс істеуді жалғастырған бұйымдардың орташа санына қатынасы деп аталады. Тоқтаусыз жұмыс істеудің орташа уақыты бұйымның дұрыс жұмыс істеуінің арифметикалық уақыты деп аталады. Ықтималдық теориясында әртүрлі таралу заңдары қолданылады. Неғұрлым қарапайым бөлуді істен шығу ағынының уақыт болып табылады пайдалану заң бөлу қарайтын тізбегі істен шығу уақыты ретінде райондалмаған цифрлі ктж құру.

Кенеттен істен шығулар бойынша сенімділік есебінің негізінде келесі ережелер жатыр:

ЭС элементінің кез келген *i*–ші (i=1,2,..., m) істен шығу интенсивтілігі оны пайдалану кезеңіндегі орташа мәнге тең, яғни $\lambda_i(t)=\lambda_i=const$;

$$P_i(t) = e^{\int_0^t \lambda_i(t)dt} = e^{-\lambda_i t} \tag{2.5}$$

ЭС элементтерінің тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығын үлестіру заңы – элементтердің экспоненттік қосылуы, сенімділік теориясы тұрғысынан, дәйекті, яғни кез келген элементтердің істен шығуы барлық ЭС істен шығуына әкеледі. Элементтерді тізбектей жалғаған кезде ЭС $P_A(t)$ тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы

$$P_A(t) = \prod_{i=1}^{m} P_i(t) = \prod_{i=1}^{m} e^{-\lambda_i t} = e^{-\sum_{i=1}^{m} \lambda_i t} = e^{-\lambda_A t} \tag{2.6}$$

мұндағы $\lambda_A = \sum_{i=1}^{m} \lambda_i$ – істен шығу интенсивтілігі.

Пайдалану жағдайында элементтердің істен шығу интенсивтілігі $\lambda_{эк.}$ анықтама мәліметтерінен таңдалады немесе (2.7) формула бойынша есептеледі.

$$\lambda_Э = \lambda_0 \sum_{j=1}^{s} K_j \ , \tag{2.7}$$

мұндағы λ_0 – қалыпты режимдегі элементтердің істен шығу интенсивтілігі;

j – элемент жұмыс істейтін электр жүктемесі мен температураға байланысты коэффициенттер, сондай–ақ элементтің құрылымдық–технологиялық ерекшеліктерін сипаттайтын тұрақты коэффициенттер;

контроллердің сенімділіе көрсеткіштерінің есебі K_e–дің қолдану аясын және функцияоналдылығын ескере отырып, жалпыланған жұмыс коэффициентімен анықталады. K_e =1.5.

Қоршаған ортаның ылғалдылығы мен атмосфералық қысымының РЭА жұмысына әсерін ескеретін Кг және Кр түзету коэффициенттерін анықтау. Кг=1,5; Кр=1.

Жартылай өткізгіш аспаптардың істен шығу интенсивтілігін есептеу үшін контроллер жұмыс істейтін электр жүктемесі мен температураны ескеретін формула қолданылады.

$$\lambda_{ЭК} = \lambda_0 \cdot A \cdot e^{\frac{N_T \cdot T_M^P + (273+t+\Delta t \cdot K_H)^{P+1}}{T_M^P (273+t+\Delta t \cdot K_H)}} \ , \tag{2.8}$$

мұндағы λ_0 – номиналды жұмыс режимінде ПП істен шығу интенсивтілігі.

2.2–кестеде құрылғы элементтерінің тізімі, сондай–ақ радиоэлементтердің істен шығуының интенсивтілік параметрлері көрсетілген.

РЭҚ істен шығуының жалпы қарқындылығы 3,7×10–5 1/сағ тең.

РЭҚ–тың бірінші істен шыққанға дейінгі орташа атқарымы 8567 сағат.

8000 сағат уақыт ішінде контроллердің тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы 0,75 тең.

Қорытынды: контроллердің әзірленген конструкциясы сенімділік бөлігінде техникалық тапсырманы қанағаттандырады.

2.2 Кесте – элементтер істен шығуының саны және жиынтық интенсивтілігі

элементтер атауы	саны, дана.	Сан есебімен істен шығудың жиынтық қарқындылығы. элементтердің 1 / сағ
Трансивер модуль MO–CC2420–Z	1	$8{,}0\times10^{-7}$
Дыбыс таратқышы HCM1205X	1	10×10^{-7}
Конденсаторлар SMD_1206, 0603	23	$0{,}2\times10^{-7}$
Конденсаторлар TECAP–220–35	2	$1{,}2\times10^{-7}$
Конденсаторлар K50–68	2	$1{,}0\times10^{-7}$
Микросұлбалар; ADM1485, MC34063AD, MC7805	4	$8{,}0\times10^{-7}$
Микросұлбалар: AT24LC512, ATmega32–16PU	2	$2{,}0\times10^{-7}$
индуктивты сүзгі BLM31AJ260	2	$2{,}5\times10^{-7}$
Катушка индуктивтілігі CR4NP–4R7MC	2	$1{,}5\times10^{-7}$
Резисторлар	51	$0{,}3\times10^{-7}$
Оптоэлектрондық реле CPC1117N	2	$7{,}0\times10^{-7}$
Диодтар PESD5V0L4, MBRS1100T3, BAS332L	23	$1{,}5\times10^{-7}$
Светодиодтар CLM1C, SSBI–300	5	$1{,}0\times10^{-7}$
Транзисторлар BC817–16.215, BC807–40.215	3	$0{,}8\times10^{-7}$
Разъемдер PLS–6R, MA522–500M3	9	$1{,}6\times10^{-7}$
Кварцтық резонатор KX–3HE 8.0 MHz	1	$2{,}0\times10^{-7}$
Баспа монтажын дәнекерлеу	389	$0{,}1\times10^{-7}$
Баспа платаларының өткізгіштері	678	$2{,}0\times10^{-7}$
барлығы:	1200	$50{,}7\times10^{-7}$

2.2 Жылу режимін есептеу

Жылу режимі жұмыстың электр режимімен және пайдалану жағдайларымен сипатталады.

Электр режимі радиоарналы контроллермен шашырайтын қуатпен анықталады. Қоршаған орта температурасының өзгеруі пайдалану шарттарының жылу режиміне және жылу режимін қамтамасыз ету жүйелерінің конструкциясына әсерін бағалау кезінде негізгі фактор болып табылады.

Табиғи ауа салқындатқышы салқындаудың ең қарапайым, сенімді және арзан тәсілі болып табылады және қосымша энергия шығынсыз жүзеге асырылады. Табиғи конвекцияның суыту принципі ауа қабаттары жылу бөлетін элементтен қызып, тығыздығы аз және үлкен кинетикалық энергияға ие, жоғары жылжиды және салқын қабатпен алмастырылады.

Сонымен қатар, жылу беру жүйесінің салыстырмалы қарапайымдылығы мен аз құны кезінде қалыпты жылу режимін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Мәжбүрлі ауамен салқындатудың үш негізгі сұлбасы бар: ішкі араластыру, сыртқы үрлеу, үрлеу.

Бұл бөлімде бұл сұлбаларды жан–жақты қарау орынсыз. Дайындау кезінде контроллер күзет жүйесінің радиоарна пайдаланған табиғи салқындату емес, елітіп, қосымша материалдық және өндірістік шығындар.

Табиғи ауамен салқындатылатын жылу режимін есептеу алгоритмі. [19]

Есептеу үшін бастапқы деректер:

– блокта шашырайтын қуат, P (Вт);

– қоршаған ортаның қысымы H (Па);

– Қоршаған орта температурасы T (°C);

– платаларды көлденең бағдарлау үшін блок корпусының өлшемдері ұзындығы L1 (м), ені L2 (м), биіктігі L3 (м));

–платаларды тік бағдарлау үшін–L1 (м) платалары орналасқан Өлшем; биіктігі L2 (M); перпендикуляр L3 платалары орналасқан Өлшем (M));

– K толтыру коэффициенті;

– перфорациялық тесіктердің саны N;

– дөңгелек үшін: D(м) тесігінің диаметрі.

Жылу режимін есептеу тәртібі анықталады: блок корпусының беті.

$$SK = 2 \times (L1 \times L2 + (L1 + L2) \times L3), \qquad (2.9)$$

мұнда L1, L2–блок корпусының көлденең өлшемдері;

L3 – блок корпусының вертикаль өлшемі.

Қыздырылған аймақтың шартты бетін анықтау:

$$З = 2 \times (L1 \times L2 + (L1 + L2) \times L3 \times K), \qquad (2.10)$$

Корпустың үлестік қуат анықтау

$$QK = P / SK \qquad (2.11)$$

Қыздырылған аймақтың үлестік қуат есептеу

$$Q3 = P/ S3, \quad (2.12)$$

$$KQK = \upsilon 1 = 0.1472 \times QK - 0.2962 \times 10-3 \times QK2 + 0.3127 \times 10-6 \times QK2 \quad (2.13)$$

Қызған аймақтың меншікті қуатына байланысты қызған аймақтың қызғану коэффициентін табамыз

$$KQ3 = \upsilon 2 = 0,139 \times Q3 - 0,1223 \times 10-3 \times Q32 + 0,0698 \times 10-6 \times Q32 \quad (2.14)$$

Аппарат корпусының ішіндегі және сыртында орта қысымына байланысты КН1 және КН2 коэффициенттерін табамыз

$$KH1 = 0,82 + 1/(0.925 + 4.6 \times 10-5 \times H1) \quad (2.15)$$

$$KH2 = 0,8 + 1/(1.25 + 3.8 \times 10-5 \times H2) \quad (2.16)$$

Перфорациялық тесіктердің ауданын есептейміз.

Тікбұрышты және саңылау үшін

$$S = N \times L4 \times L5, \quad (2.17)$$

мұндағы N–тесіктер саны;

L4– тесіктің көлденең өлшемі;

L5 – тесіктің тік өлшемі.

Дөңгелек саңылау үшін

$$S = N \times \pi \times D2/4, \quad (2.18)$$

мұндағы D – саңылау диаметры.

Перфорация коэффициентін есептейміз

Платаның көлденең орналасуы кезінде

$$П = S/(2 \times L1 \times L2), \quad (2.19)$$

Вертикал орналасу кезінде

$$П = S/(2 \times L1 \times L3), \quad (2.20)$$

Корпустың перфорациясы коэффициентіне байланысты қызып кету коэффициенті

$$КП = 0,29 + 1/(1.41 + 4.95 \times П) \quad (2.21)$$

Корпустың қызуын анықтаймыз

$$\upsilon К = \upsilon 1 \times КН1 \times КП \times 0{,}93 \qquad (2.22)$$

Қыздырылған аймақтың қызуын анықтаймыз

$$\upsilon З = 0{,}93 \times КП \times (\upsilon 1 \times КН1 + (\upsilon 2 / 0{,}93 - \upsilon 1) \times КН2), \qquad (2.23)$$

Блоктағы ауаның орташа қызуы анықталады

$$\upsilon В = \upsilon З \times 0{,}6 \qquad (2.24)$$

Блок корпусының температурасын, қыздырылған аймақты, блок ауасын табамыз

Блок корпусының температурасы

$$К = \upsilon К + ТС, \qquad (2.25)$$

мұндағы ТС – қоршаған ортаның температурасы.

Қыздырылған аймақтың температурасы

$$З = \upsilon З + ТС \qquad (2.26)$$

Блоктағы орташа ауа температурасы

$$В = \upsilon В + ТС \qquad (2.27)$$

Бастапқы деректер:

Р=3 Вт блогында шашырайтын қуат

Қоршаған ортаның қысымы Н=15000 Па

Қоршаған орта температурасы t=35°С

Платаларды тік бағдарлау үшін корпустың өлшемдері (бойлық, биіктігі, перпендикуляр) (м): 0,157.8х0,095.5х0,053

Толтыру коэффициенті К=1

Есептеу нәтижелері:

Блок корпусының беті 0,056 кв. м

Жылытылған аймақтың шартты беті 0,056 шаршы метр

Корпустың меншікті қуаты 57,33 Вт

Жылыту аймағының меншікті қуаты 52,77973 Вт

Корпустың қызуы 3,21°С

Қыздырылған аймақтың қызуы 4,33°С

3,56°С блогындағы ауаның орташа қызуы

Блок корпусының температурасы 38,21°С

Қыздырылған аймақтың температурасы 39,33°С

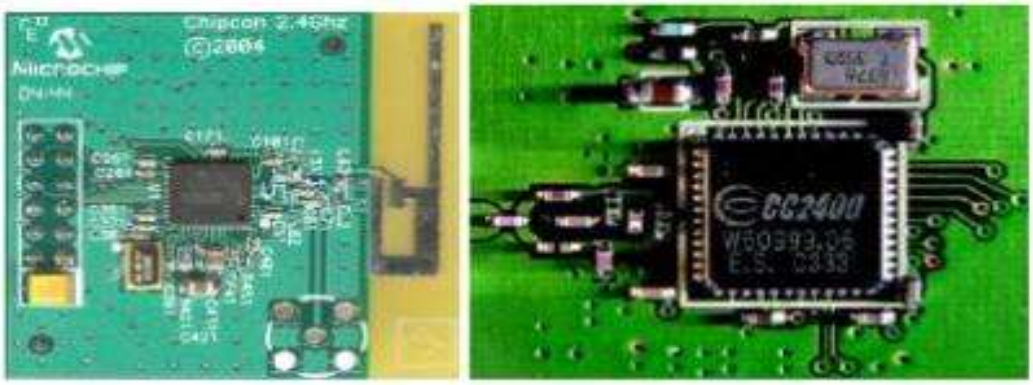
Ауаның орташа температурасы блогында 38,56°С Кезінде есептеу жылу режимі контроллер алды мәні аз шекті рұқсат етілген (плюс 40□С) температура, демек, қамтамасыз етеді қалыпты жылу режимі кезінде табиғи салқындату. Мәжбүрлі желдету талап етілмейді.

3 Есептеу бөлімі

3.1 Құралды әзірлеу

Жөндеу жинағына нүкте–нүкте байланысын немесе шағын желіні ұйымдастыру үшін қажет барлық нәрсе кіреді. Осы жинақты қолдана отырып, жеке деректерді беру жүйесін де түзетуге және ZigBee протоколының стек негізінде желінің жұмысымен танысуға ыңғайлы. Трансивердердің әр өндірушісі 802.15.4. әзірлеуші жинағын шығарады

Бұл жиынтықты қолданбай әзірлеушіге микросұлбамен жұмысты бастау қиынға соғады–кіші өлшемге байланысты оны "тізеге" жұлу мүмкін емес, кем дегенде Чип өндірушісінің топологиясымен ұсынылған баспа ақысына тапсырыс беру қажет (3.1–сурет).



3.1 сурет – Жөндеу мақсаттары үшін өтпелі төлемге CC2420 трансиверін монтаждау мысалдары

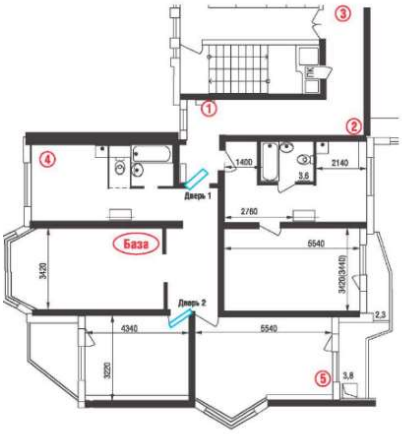
ZigBee модулімен жұмысты бастау өте ыңғайлы. MC13193 трансиверінен басқа XBee модулі басқарушы микроконтроллерді қамтиды, соның арқасында радиоарна бойынша деректерді беру әзірлеуші үшін стандартты дәйекті интерфейс бойынша деректерді беруге теңестіріледі. Компания модульдерді бағдарламалау және байланыс қашықтығын тексеру үшін бағдарламаны тегін таратады. Алыстығы тестін орындау үшін бір модуль ДК қосылады, ал ал қашықтағы модульге UART шығысы мен кірісін қосатын бітеуіш қойылады. Экранында ПК байқауға болады индикатор күшін қабылданатын сигнал (сурет 3.2).

Бағдарламалық жасақтама ықшам дискісі 5 XBee™ және XBee–PRO™ модульдері, антенналар, барлық қажетті адаптерлер мен кабельдер XBee™/XBee–PRO™ OEM Development Kit әзірлеу жиынтығы шығарады.

ДК қосу үшін MAX232 микросұлбасында қарапайым деңгей Келісуші пайдалануға болады. Өз микроконтроллеріне модульді қосу үшін 4 желі – 2 қоректендіру желісі және UART қабылдау–беру желісі іске қосу жеткілікті. Модульдер кез келген қосымша бағдарламалаусыз 9600 бод жылдамдығымен" мөлдір " деректер беру үшін толығымен дайын болып келеді.

Комбинация оборудования	Уровень сигнала от переносного модуля, расположенного в точке:				
	1	2	3	4	5
1. База – XBee-PRO (Ант-1); переносной – модуль XBee-PRO (Ант-2).	-60	-71	-84	Неисп.	Неисп.
2. База – XBee-PRO (Ант-1); переносной – модуль XBee (Ант-2).	-79	-88	-101	-69	Неисп.
3. База – XBee (Ант-2); переносной модуль – XBee (Ант-3).	-88	Нет связи	Нет связи	-82	Неисп.

Результаты измерений приведены для случая открытой металлической двери 1 (см. план на рис. 2). Закрытие двери приводило к уменьшению сигнала на 4...8 дБ



ис. 2. План помещения и места расположение испытуемых модулей

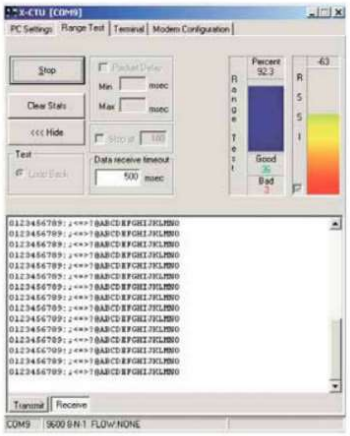


Рис. 3. Внешний вид окна программы X-CTU

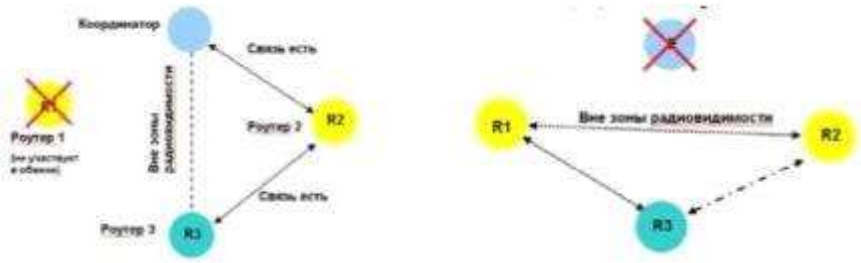
3.2 сурет – MaxStream компаниясының XBee модульдері үшін байланыс қашықтығын өлшеу

SoftBaugh компаниясы MSP430 процессорымен және CC2420 трансиверімен dz1512 жөндеу платасын шығарады (3.3 сурет).

3.3 сурет – DZ 1612 микроконтроллері MSP430 және ТРАНСИВЕРМЕН CC2420

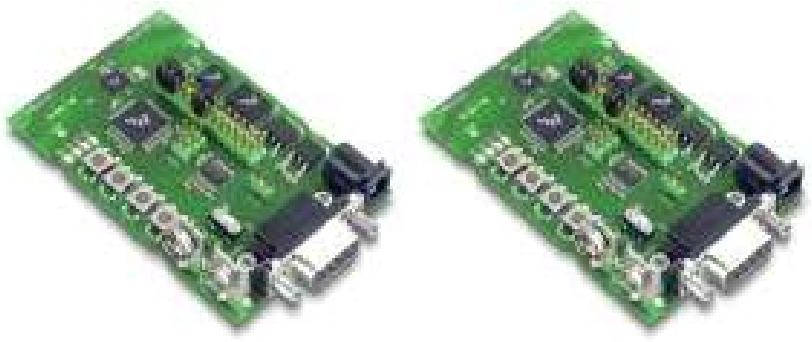
Жеткізу жиынтығында Zigbee желісін құруға мүмкіндік беретін AirBee (Airbee–ZNS Lite version TI2.03) компаниясынан бағдарламалық қамтамасыз ету жүріп жатыр. Сонымен қатар, егер де бұл жүйе бір–бірінің әрекет ету аймағынан тыс орналасқан болса және дестелерді тарату аралық роутер арқылы жүзеге асырылады (3.4–сурет сол жақта).

Хаттамалар стегі желінің өзін–өзі қалпына келтіру процедурасын да қолдайды. Тіпті өшіру тамақтандыру үйлестірушісі, пакеттер, бәрібір жеткізілді адресатқа арқылы басқа роутерлер (сурет 3.4 оң жақта).



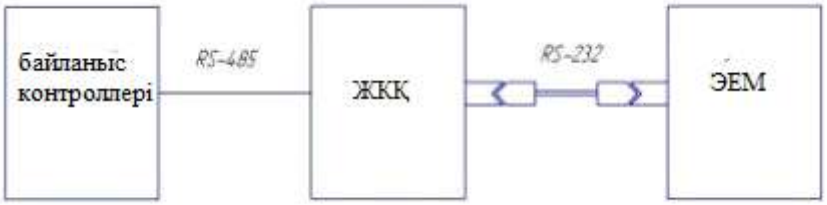
3.4 сурет–дестелерді аралық роутер арқылы жіберу және желіні қалпына келтіру режимі

Freescale–дің MC13192DSK жөндеу модулі (32–сурет) RS–232 интерфейсі бар екі толық тақтадан және орнатылған үдеткіш (MMA6261Q және MA1260D микро схемалары) тұрады. Басқарма IEEE® 802.15.4 стандартына сәйкес келетін сымсыз желі шешімдерін құруға мүмкіндік береді. Жинаққа құжаттамалық қамтамасыз ету және жеке сымсыз желілердің жылдам дамуына арналған бағдарламалық қамтамасыздандыру кіреді.

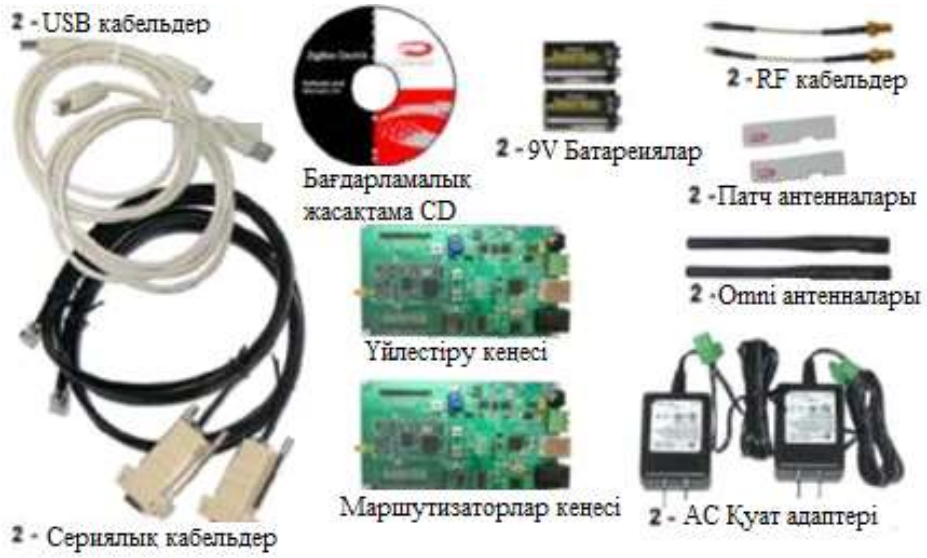


3.5 Сурет –Freescale компаниясының MC13192DSK жөндеу модулі

Cirronet компаниясынан әзірлеушінің жиынтығына кіретін ZBDemo бағдарламалық қамтамасыз етуі (3.6–сурет) координатор мен роутерлерден желіні ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Үйлестірушінің ақысы ДК–ге қосылады және оның әрекет ету аймағындағы роутерлерді дербес анықтайды. Анықтағаннан кейін, үйлестіруші әрбір анықталған модульдің MAC–адресін экранға шығарады және осы мекен–жай арқылы хабарламаларды жібере және қабылдай алады. Әзірлеуші модульдер жиынтығына кіретін бағдарламалық жасақтаманы өзгерте алады.



3.6 сурет – Жарақты қосу сұлбасы

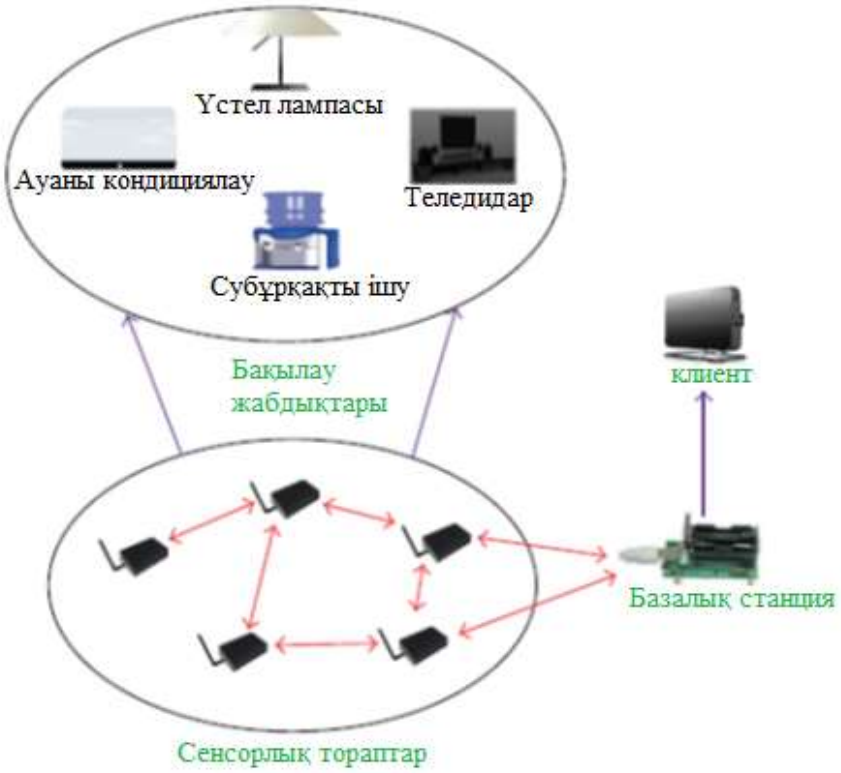


3.7 сурет – Cirronet компаниясының әзірлеушісі жиынтығы

Cirronet компаниясының әзірлеушісі жиынтығы API пайдаланушыға модульде бағдарламаланған хаттамалар стекіне ұсынады. Модуль ресурстарына қол жеткізу үшін cirronet Starndard Module (CSM) профилі қолданылады. Басқару модульдің (кластерлердің) ішкі жадында регистрлерді жазу–оқу командаларын жинаудың көмегімен UART интерфейс арқылы өтеді (3.7–сурет). Пайдаланушы API келесі функциялар топтарын қолдайды: желіні ұйымдастыру, құрылғыларды анықтау, модуль конфигурациясы, деректерді беру және қабылдау, модульді енгізу–шығару желілеріне қызмет көрсету. Жинақтың ерекше ерекшелігі модульдердің шығу қуаты 100 мВт–қа дейін болуы болып табылады, бұл күрделі индустриялық қолданулар үшін желілерді құруға мүмкіндік береді.

3.2 ZigBee базасында ғимараттардың энергиясына мониторинг жүргізу және басқару жүйесін әзірлеу және қолдану

ZBEMCS 3.8– суретте көрсетілгендей шлюзден, базалық станциядан және датчиктерден тұрады. Сонымен қатар, клиент деп аталады және оның мақсаты бар Ethernet желісіне сенсорлық тораптарды қосу болып табылады. Базалық станция сенсорлық тораптар мен шлюз арасындағы байланысты қамтамасыз етеді. Датчиктер электр жабдығының энергия тұтынуын бақылайды және бақылайды және деректерді базалық станцияға береді.



3.8– сурет – ZBEMCS архитектурасы.

Бұны іске асыру үшін шлюзге 3.8– суреттегі SQ120 ("клиент") атауы беріледі.1) және ол 266 МГц жиілігінде жұмыс істейтін Intel IXP420 XScale процессорына негізделген, бір сымды Ethernet порты және екі USB 2.0 порты бар. Құрылғы қосымша 8 МБ бағдарламалық флэш жады, 32 МБ жедел жады және 2 ГБ USB 2.0 жүйелік дискімен жабдықталған. SQ120 Debian Linux операциялық жүйесінің басқаруында жұмыс істейді, ол сенсорлық желіні басқарудың бағдарламалық пакеттері және Crossbow, XServe және MoteExplorer деректерін визуализациялау арқылы алдын ала жүктелген ARM архитектурасына арналған Linux толық стандартты дистрибутивін білдіреді. Бұл бағдарламалар SQ120 жүктеу кезінде автоматты түрде іске қосылады. Сенсорлық желі шлюзінің конфигурациясын баптау үшін негізгі станция sq120 екінші USB портына қосылуы тиіс. SQ120 орнатылған веб–серверді (MoteExplorer) және сенсорлық желіні басқару құралын (XServe) қамтиды. Соңғы сенсорлық платалардың қандай түрлері сымсыз сенсорлық желі тораптарына қосылғанын автоматты түрде анықтай алады және тиісті деректерді көрсету үшін MoteExplorer құрастырады.

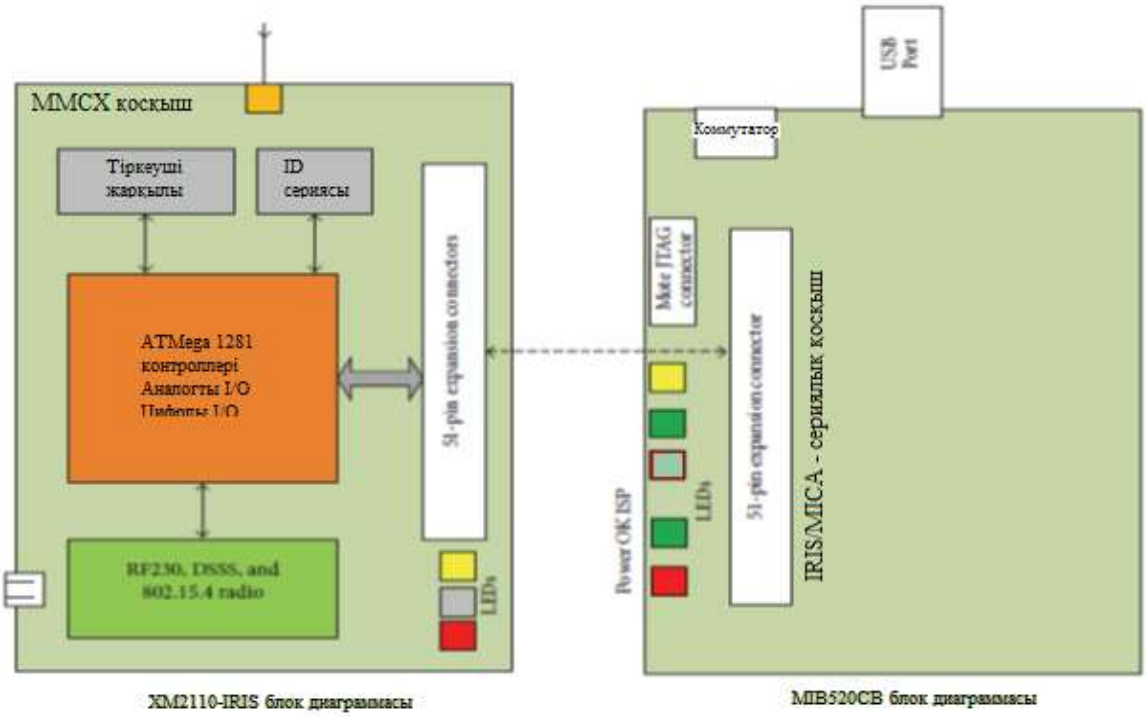
3.2.1 Базалық станция. Базалық станция сыртқы байланыс және пайдаланушы интерфейс үшін тізбектердің барлық тармақтарын басқару және мониторинг орталығы болып табылады.]:

(1) Интернет арқылы бақылау нұсқаулықтарын орындау;

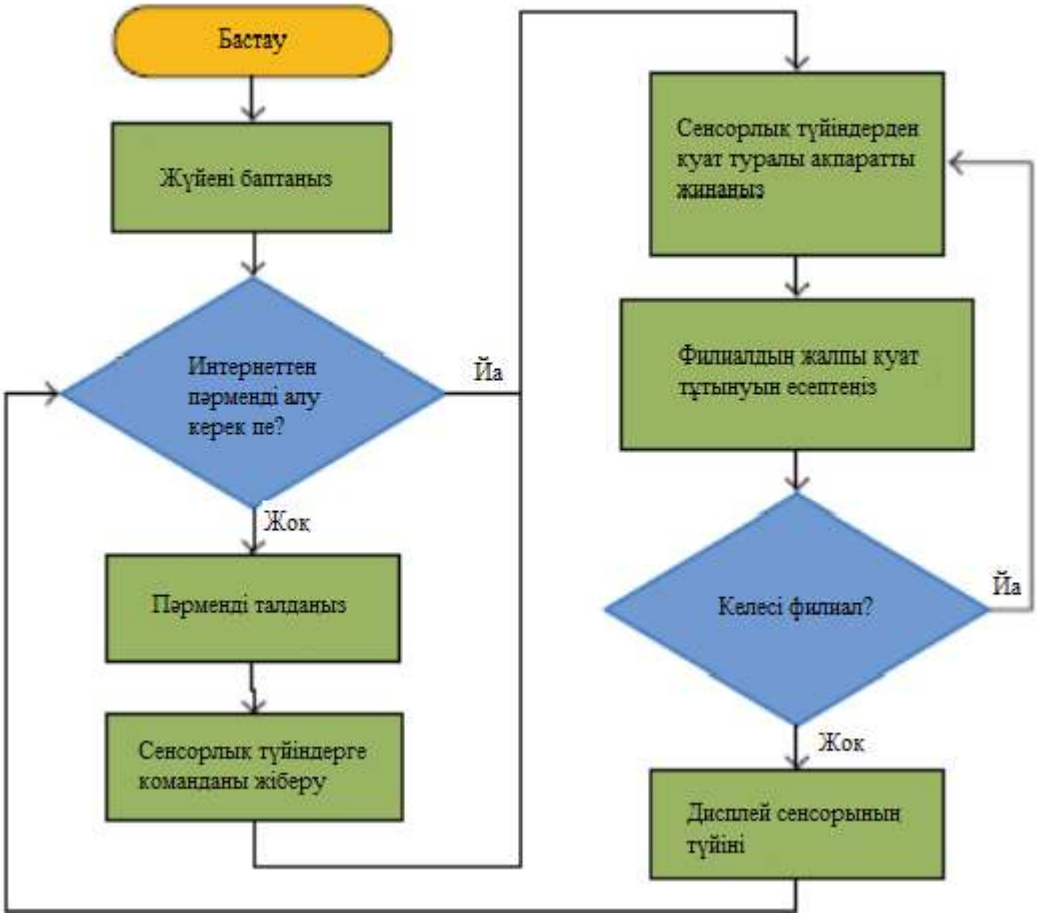
(2) сенсорлық тораптардың энергия тұтынуын бақылау;

(3) тізбектің әрбір тармақталуының қалдық қуатын есептеу;

(4) энергияны тұтыну туралы барлық ақпаратты көрсету.



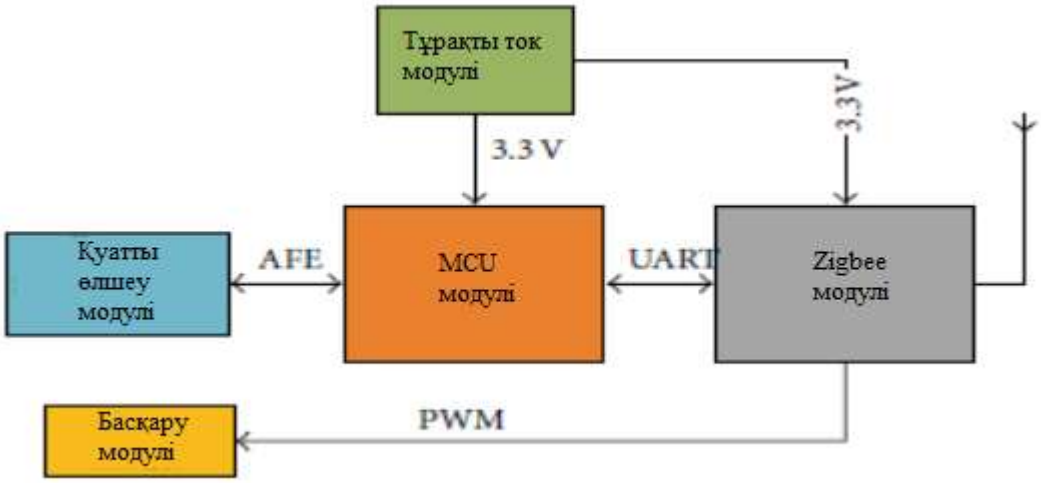
3.9 сурет – Базалық станцияның құрылымы



3.10 сурет – Базалық станция үшін бағдарламалық қамтамасыз етудің блок–сұлбасы

3.9– суретте көрсетілгендей, толық функционалды құрылғы (FFD) болып табылатын базалық станция mote/радиоплатформа процессорынан (XM2110) және 51–контактілі кеңею қосқышы арқылы шлюзден (MIB520CB) тұрады.Осылайша, базалық станция Zigbee (ZC) WSNs координаторы ретінде орнатылған. Базалық станция барлық желі тораптарымен берілетін деректерді қабылдайды және amessage компьютерге USB байланысы арқылы жібереді. Базалық станция Debian Linux операциялық жүйесінің басқаруында жұмыс істейді, алдын ала сенсорлық желіні басқару бағдарламалық пакеттерімен жүктелген және EcoView және Xserve қоса алғанда Crossbow деректерін визуализациялау. 3.10 суретте базалық станцияны бағдарламалық қамтамасыз етудің технологиялық сұлбасы көрсетілген.

3.2.2 Сенсорлық түйіндер. Өлшеу және басқару түйіні болып табылатын Thesensor түйіні 3.11–суретте көрсетілген.



3.11 сурет – Сенсорлық түйіннің құрылымдық сұлбасы

Датчиктің түйіні тұрақты ток қоректену модулінен (DC), микроконтроллерден, айнымалы ток қоректендіруді басқару модулінен (AC) және ZigBee модулінен тұрады. MCU модулі қуатты өлшеу модулімен аналогтық алдыңғы ұшы (AFE) арқылы және ZigBee модульімен қабылдағыш/таратқыштың (UART) әмбебап асинхронды интерфейстері арқылы өзара әрекеттеседі. ZigBee модулі мен басқару модулі арасындағы байланысқа ендік–импульстік модуляция (ШИМ) әдісімен қол жеткізіледі. Сенсорлық түйіннің негізгі функциялары:

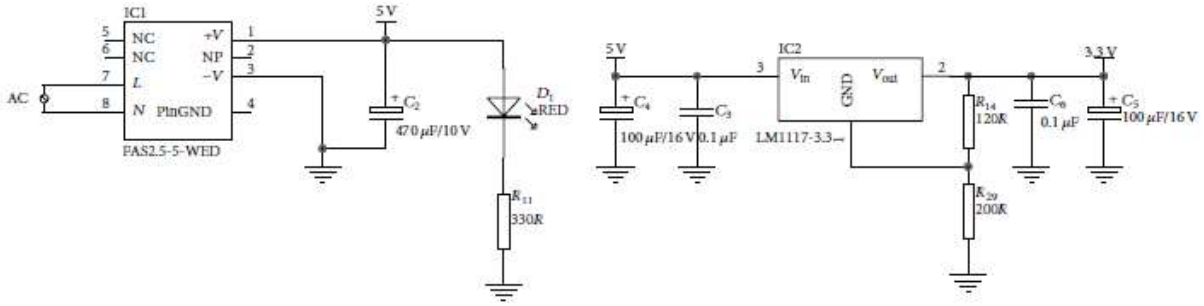
(1) кернеу, ток және розетка қуаты сияқты қуат параметрлерін өлшеу;

(2) розетканың шығыс қуатын басқару;

(3) шамадан тыс жүктемеден қауіпсіздікті қорғау;

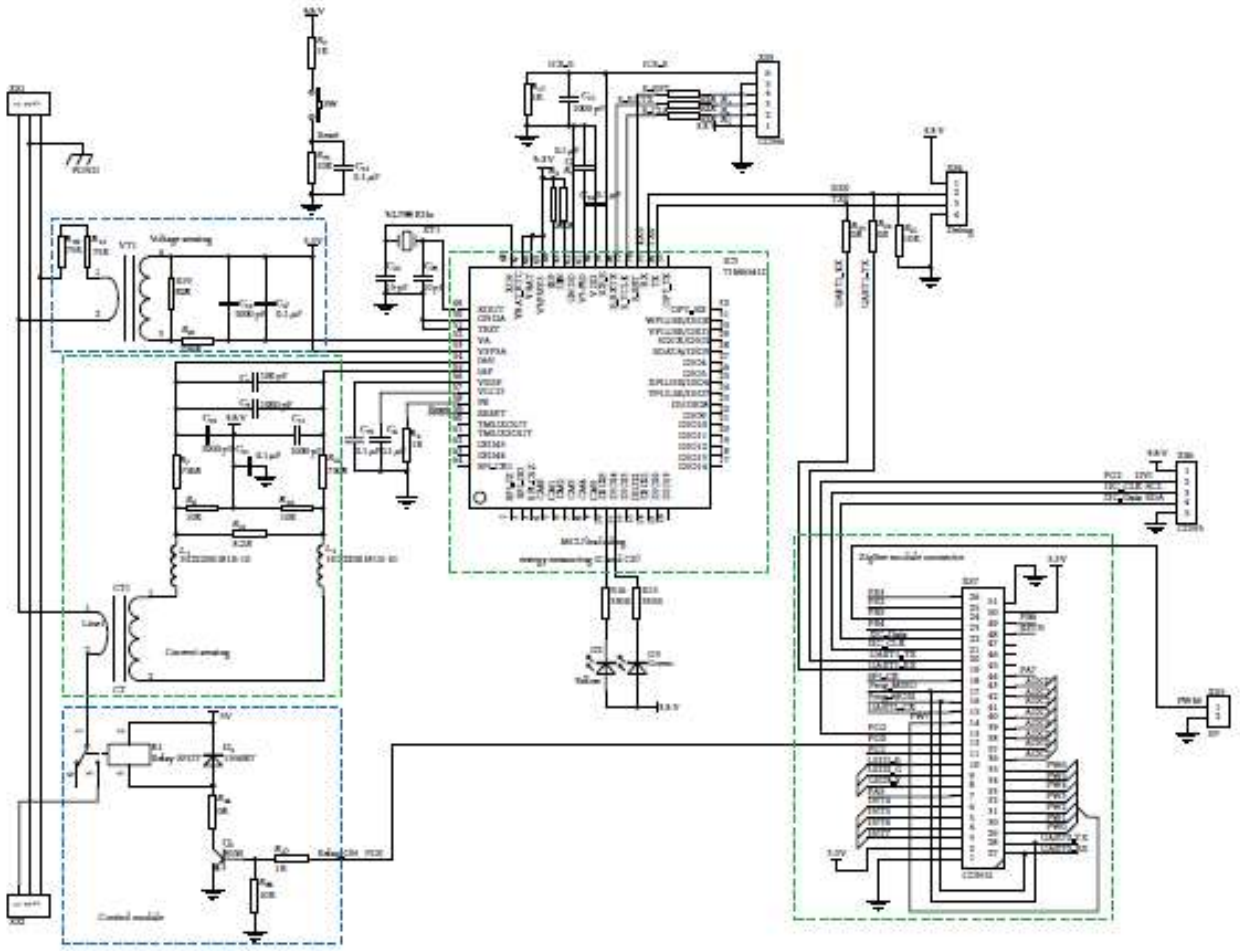
(4) ZigBee арқылы базалық станцияға әрбір торап ақпаратын жіберу.

Тұрақты токтың қуат беру модулі. Тұрақты токтың қоректену Модулінің негізгі функциясы сенсорлық тораптағы барлық модульдердің жұмыс қуатын қамтамасыз ету үшін 220 В айнымалы токтың 5 В және 3,3 В Тұрақты токтың түрлендіру болып табылады. Модуль сұлбасының құрылымы 3.15 суретте көрсетілген. 220В айнымалы ток күш модулін 5В және 3,3 В тұрақты токқа сызықтық реттегіштің көмегімен ауыстырып қосу арқылы түрлендіріледі.



3.12 сурет –Тұрақты токтың күш модулінің құрылымдық сұлбасы

3.2.3 Қуатты өлшеу модулі. Қуатты өлшеу модулі 71M6541D күш өлшеу интегралды сұлбадан (ИС) тұрады, ол ANSI және IEC electricitymetering барлық стандарттарына сәйкес келетін, 0,1% қателігі бар чипте (SoC) 4 – ші буын Теридианының бір фазалы өлшеу жүйесін білдіреді. Бұл АЖ–екінші ретті дельта–сигма (АСТ) 22–разрядты аналог–цифрлық түрлендіргішін, төрт Аналогты кіруді, цифрлық температуралық өтемақыны, прецизионды кернеу эталонын, тәуелсіз 32–разрядты есептеу механизмін (CE) және бір чипте тізбекті интерфейсті (SPI) біріктіретін қуатты өлшеудің біріктірілген құрылғысы. Қосымша функциялар айнымалы және тұрақты ток калибрлеу және фазалық өтемақы қамтиды.



3.13 сурет – Датчик түйінінің принципиалдық сұлбасы

Үй үшін бір фазалы және өндірістік үш фазалы powermeter қосымшалардың СК дәл өлшейді лездік мәні ток пен кернеуді есептеу кезінде тамыр–meansquare кернеу U орташа квадраттық мәні, орташа квадраттық токтың $I_{\text{РМЖ}}$ reactivepower Q, белсенді қуат P, S фактор күші PF, жиынтық коэффициенті гармоникалық құрамдас кернеу Uмың, жалпы ток гармоникалық бұрмалаулар I мың. Бұл модульдің сұлбасы 3.13–суретте көрсетілген. Орташа

квадраттық кернеу мен токты есептеу блок–сұлбасы екі бөлікке бөлінуі мүмкін: аналогтық түрлендіру және сигналды цифрлық өңдеу [25].

3.2.4 Аналогтық–цифрлық түрлендіргіш. АЦТ аналогтық сигналды цифрлық сигналға түрлендіру үшін қолданылады. Өлшеу микросұлбасында кернеу сигналын және ток сигналын түрлендіру үшін қолданылатын екінші ретті АЦТ 22–разрядты сигма–дельта бар. АЦТ–ның шығуы соңғы импульстік сипаттамасы (FIR) бар сүзгішпен жойылады және ол СЕ қолжетімді және өңделуі мүмкін СЕ жедел жадында сақталады.

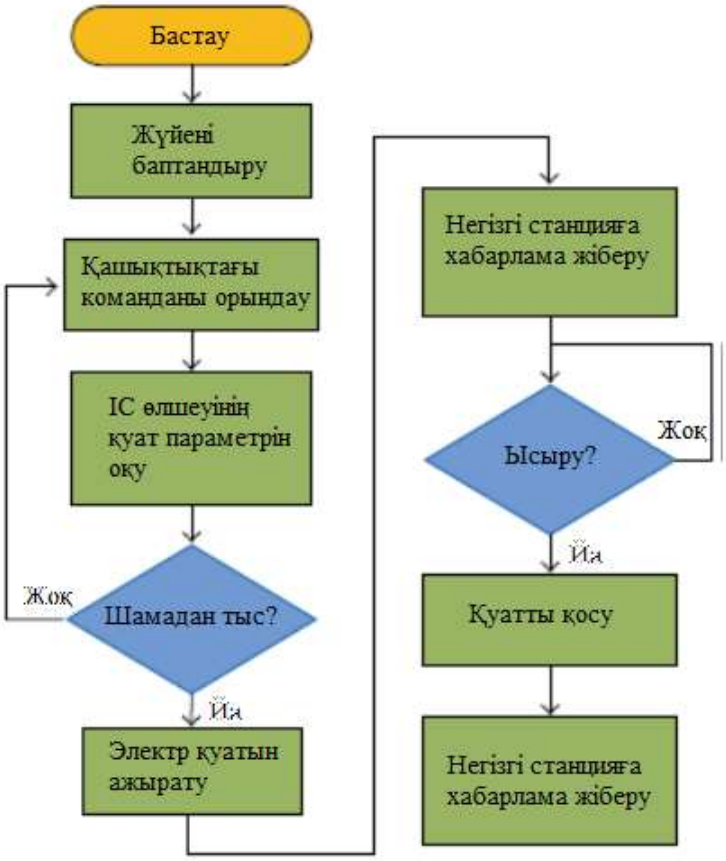
Өлшеу IC–ге сигналдың максималды кірісі ± 0,25 В құрайды. Сондықтан, айнымалы токты 250 В ± 0,25 В–қа айналдыра алатын, дұрыс жобаланған кедергісі бар жоғары кедергісі бар кернеу бөлгіш қолданылады. Сонымен қатар, ағымдық іріктеу ток трансформаторын қолдана отырып, ток сигналын тиісті қарсылықпен өлшейді және AC 30 Ainto ± 0.25V түрлендіре алады.Түрлендірілген кернеу мен ток өлшеуішке келесі есептеуге кіріседі, 3.16–суретте көрсетілгендей.

Сигналдарды цифрлық өңдеу. Әр түрлі параметрлері қуат мүмкін вычислены нақты уақыт қоса алғанда, тамыр–meansquare кернеу U орташа квадраттық мәні, орташа квадраттық токтың $I_{\text{РМЖ}}$ Q реактивті қуатты активті қуат P, S фактор күші PF, жиынтық коэффициенті гармоникалық құрамдас кернеу Uмың, ал жалпы ток гармоникалық бұрмалаулар $I_{\text{мың т}}$. Тұжырымын есептеу үшін қабылданған энергетикалық параметрлерінің сипатталуымен есептелінеді.

3.2.5 Басқару модулі. Басқару модулі 3.13–суретте көрсетілгендей реле мен оның басқару тізбегін қамтиды. Бұл модуль негізінен ZigBee модулінен реле күйін білу және одан кейін розетканың шығу қуатын басқару үшін басқару нұсқауларын алады. ZigBee модуліндегі контроллер сигналы транзистормен күшейтіліп, содан кейін жетек релесіне беріледі.Реленің екі жағында орнатылған еркін қозғалатын диодтар диодты кері кернеуді генерациялау үшін босату әдісін қамтамасыз ету үшін қолданылады, ол лезде өзгереді. релені ON–дан ӨШІРУ және транзистордың бұзылуын болдырмау.

3.14–суретте сенсор түйінінің бағдарламалық сызбасы көрсетілген.

3.15–суретте басқару модулінің функциясы көрсетілген.



3.14 сурет – Сенсор түйінінің бағдарламалық сызбасы

3.15 сурет – Басқару модулінің функциясы

3.2.6 Zigbee Модулі. ZigBee модулі Atmel RF230 қолданатын, IEEE 802.15.4 үйлесімді mote / радио платформалардан (XM2110) тұрады, Atmega1281 микроконтроллерімен интеграцияланған дайын Zigbee радиожиілік қабылдағыш таратқышы.

Бұл жетілдірулер үш есе үлкен іс–қимыл радиусы және алдыңғы буын Слюда шаңдарының үлкен бағдарламалық жады екі есе қамтамасыз етеді. XM2110 құрылымдық сұлбасы 3.11 суретте көрсетілген. Xm2110 сенсорлық түйінінде құрылымы 3.14 суретте көрсетілген 51–контактілі кеңею қосқышы арқылы сенсорлық платамен қосылады.

ZigBee–бұл сымсыз желі протоколы және IEEE 802.15.4 бейімделген стандарты, ол медиа деңгейі мен объективті деңгейін анықтайды. ZigBee төмен құны және төмен қуат тұтынуы, жоғары қауіпсіздік деңгейі және веб–торап операцияларының үлкен санын қолдайды. Сондықтан ZigBee мониторинг және ғимараттарды Басқару жүйелерінде пайдалану үшін өте қолайлы.

ZigBee модулінде тораптар арасындағы тиімді тарату қашықтығы модульге арналған тарату энергиясымен анықталады. Қазіргі уақытта коммерциялық модульді беру қашықтығы кедергісіз режимде шамамен 100 м жетуі мүмкін. Дегенмен бөлшектеу блоктар ғимараттарды азайтуы мүмкін қашықтық байланыс, пайдалану ZigBee қолдайтын желілік құрылымын ағашпен немесе тормен, ал орнату белгілі бір тораптар желісінің функциясын маршрутизатор мүмкіндік береді тиімді еңсеруге мәселелері деректерді беру бір және сол көлденең қабатта әр түрлі тік қабатта үлкен қашықтыққа. ZigBee концептуалды байланысы деректерді беру қашықтығы бойынша шектеусіз ғимараттарға қолданылуы мүмкін.

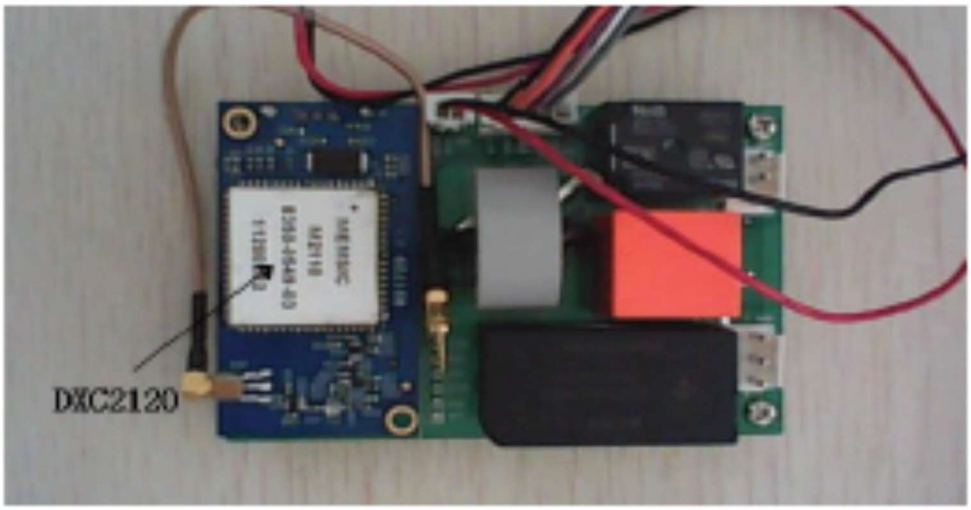
Шуылдың проблемасын шешуге көмектесу үшін ZigBee қоршаған ортаның кедергісін азайту үшін spread spectrum (DSSS) тура тізбегін пайдаланады және соқтығысудың алдын алу тетігімен (CSMA/CA) тасушының көпше қатынау механизмін, жиілікті динамикалық таңдауды және арналардың соқтығысуын болдырмау үшін тарату қуатын басқаруды қолданады.

3.3 Тәжірибелік есептеулер

3.3.1 Дәлдікті тексеру. Zbemcs дәлдігін тексеру және іске асыру үшін практикалық демонстрациялық жүйе құрылды; негізгі принциптер, жобалау процедуралары және тәжірибелік жұмыс 3.16 –суретте көрсетілген. Бұл демонстрациялық жүйе екі тармақталған тізбекті басқаратын бір базалық станциямен жабдықталған, олардың әрқайсысы бір сенсорлық торапты қамтиды.

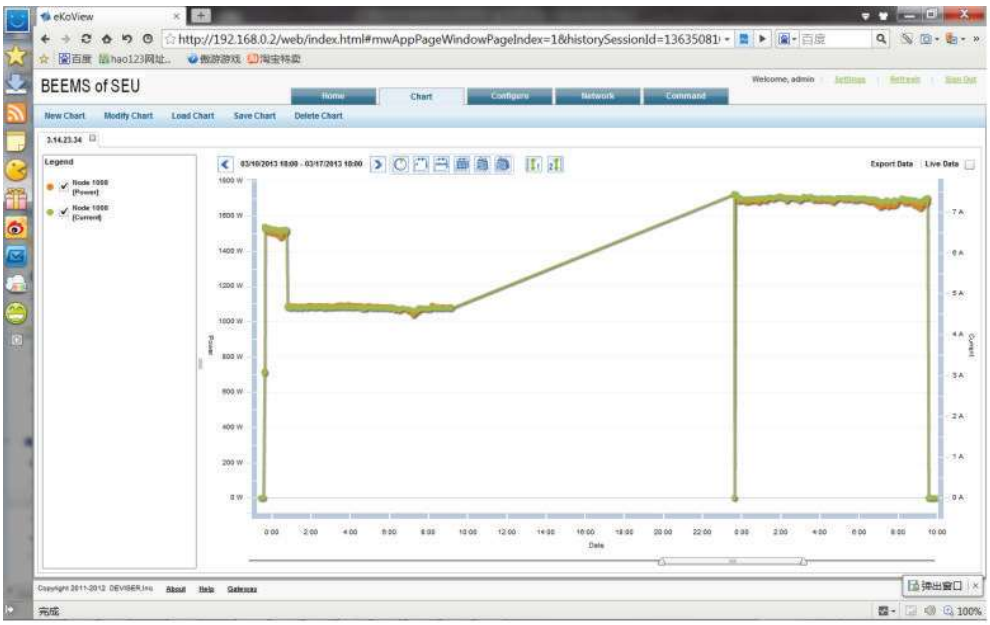
3.16 сурет – Прототипті жүйе

Әрбір зияткерлік торап ZigBee модулінен, микроконтроллерден, қуатты өлшеу микросұлбасынан, кернеу мен токты өлшеу тізбектерінен, сондай–ақ реледен тұрады. Физикалық жүйе 3.17 – суретте көрсетілген. Бұл жүйеде, VB.NET интернет арқылы базалық станциямен байланысатын қашықтан мониторинг және басқару орталығының пайдаланушы интерфейсін бағдарламалау үшін пайдаланылады.



3.17 сурет – Сенсорлық торап сұлбалары

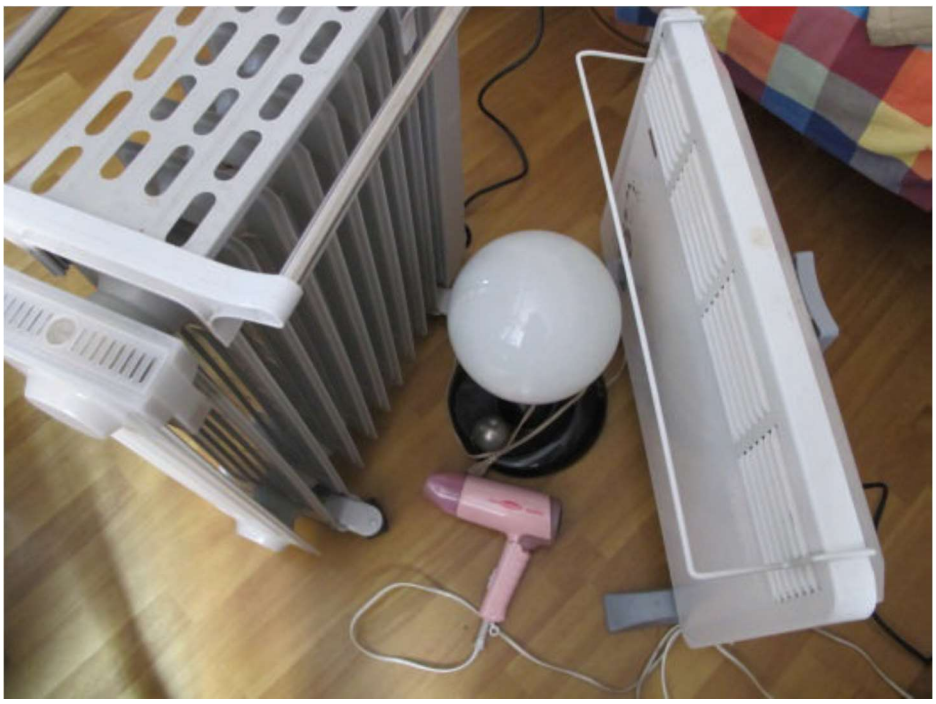
Жұмыс экраны 3.18–суретте көрсетілген.



3.18 сурет – Жергілікті және қашықтан басқару және басқару экранын көрсететін GUI

Біріншіден, біз ZBEMCS және 3.19 және 3.20 – суреттерде көрсетілгендей, шамды, фенді және электр жылытқышты пайдалану тогы мен кернеуін өлшеу үшін стандартты қысқыш өлшеуішті қолданамыз. 3.1–кестеде эксперимент нәтижелері келтірілген. 3.1–кестеде ZBEMCS және стандартты кене өлшеуіштер арасындағы өлшенетін токтың орташа ауытқуы 0,051 а, ал кернеудің орташа ауытқуы–2,0 в; токтың тиісті стандартты ауытқуы–0,017 а, ал кернеу–0,545 в құрайды.

3.19 сурет – ZBEMCS, стандартты ваттметрлер және қысқыштар



3.20 сурет –Сыналған аспаптар шам, фен және екі электр жылытқышты қамтыды

3.1 кесте – ZBEMCS және стандартты қысқыш есептегіш арасындағы ток пен кернеуді салыстыру.

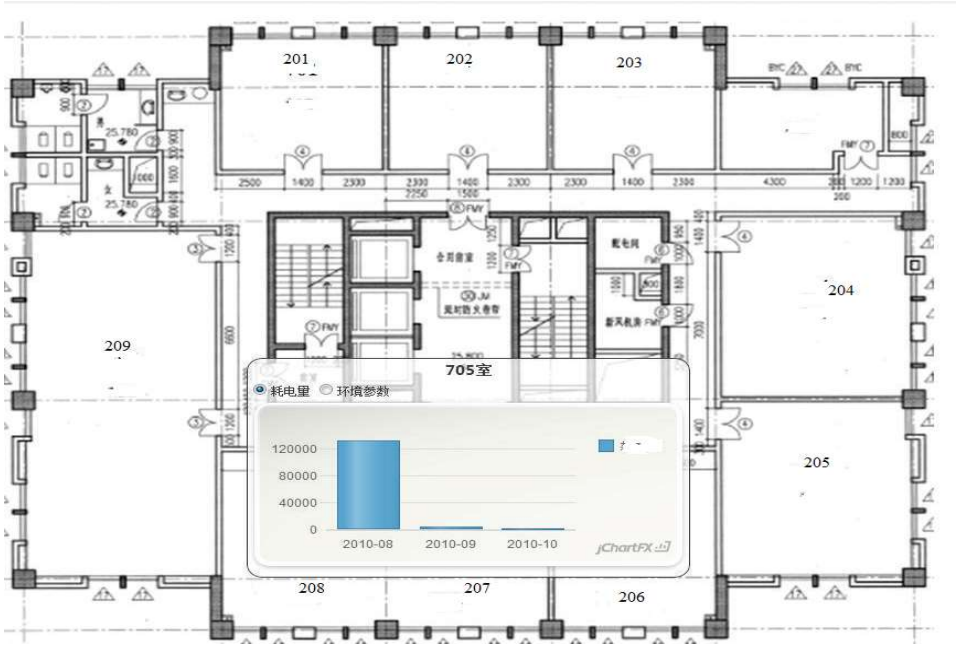
атауы	A: ZBEMCS		B: стандартты қысқыш		A−B	
	Ток (A)	кернеуі (B)	Ток (A)	кернеуі (B)	Ток (A)	кернеуі (B)
Шам	0,27	235,2	0,25	238	0,02	–2,8
	0,26	235,5	0,24	238,2	0,02	–2,7
	0,25	235,5	0,22	237,2	0,03	–1,7
	0,24	235,3	0,19	236,4	0,05	–1,1
	0,23	235	0,18	236,5	0,05	–1,5
	0,22	235	0,16	236,5	0,06	–1,5
	0,21	233,9	0,15	236,6	0,06	–2,7
	0,2	234	0,14	236,7	0,06	–2,7
Фен	0,77	238,4	0,72	237,4	0,05	–2,0
	3,53	233,8	3,46	236,1	0,07	–2,3
	4,49	233,8	4,42	235,5	0,07	–1,7
Электр жылытқышы	2,82	234,5	2,75	236,3	0,07	–1,8
	4,71	233,2	4,65	235	0,06	–1,8
	7,5	231,7	7,45	233,4	0,05	–1,7
Орташа ауытқу					0,051	–2,0
Стандартты ауытқу					0,017	0,545

Енді біз ZBEMCS және стандартты ваттметрді екі электр жылытқыштың энергия тұтынуын өлшеу үшін пайдаланамыз. Эксперимент нәтижелері 3.2–кестеде көрсетілген. Бұл кестеден ZBEMCS және стандартты Ваттметр өлшемдерінің мәндері номиналдық қуаттың мәнінен көп болса да, орташа ауытқу және олардың арасындағы стандартты ауытқу елеусіз.1 тармағының орташа ауытқуы 0,058 кВт·сағ, 2–0,060 кВт·сағ, ал діңгек–0,118 кВт·сағ құрайды.; 1 тармағының стандартты ауытқуы 0,035 кВт·сағ, 2–0,035 кВт·сағ, ал діңгек–0,071 кВт·сағ құрайды.

3.2 Кесте – Екі электржылытқыштар (кВтс) үшін энергия тұтыну бойынша деректер.

Уақыт (сек)		1.00	8.17	9.35		
C: ZBEMCS	1 филиал	0.609	8.838	15.779		
	2 филиал	1.508	18.633	7.278		
	Жүксалғыш	2.117	27.471	23.057		
D: стандартты ваттметр	1 филиал	0.7	8.9	15.8		
	2 филиал	1.6	18.7	7.3		
	Жүксалғыш	2.3	27.6	23.1		
Қуат тақтасындағы қуат (кВт)	1 филиал	0.6	1.0	1.6		
	2 филиал	1.5	2.2	0.7		
	Жүксалғыш	2.1	3.2	2.3		
E: номиналды қуат	1 филиал	0.6	8.170	14.960		
	2 филиал	1.5	17.974	6.545		
	Жүксалғыш	2.1	26.144	21.505	Орташа ауытқу	Стандартты ауытқу
C−D	1 филиал	−0.091	−0.062	−0.021	−0.058	0.035
	2 филиал	−0.092	−0.067	−0.022	−0.060	0.035
	Жүксалғыш	−0.183	−0.129	−0.043	−0.118	0.071
C−E	1 филиал	0.009	0.668	0.819	0.499	0.431
	2 филиал	0.008	0.659	0.733	0.467	0.399
	Жүксалғыш	0.017	1.327	1.552	0.965	0.829
D−E	1 филиал	0.100	0.730	0.840	0.557	0.399
	2 филиал	0.100	0.726	0.755	0.527	0.370
	Жүксалғыш	0.200	1.456	1.595	1.084	0.768

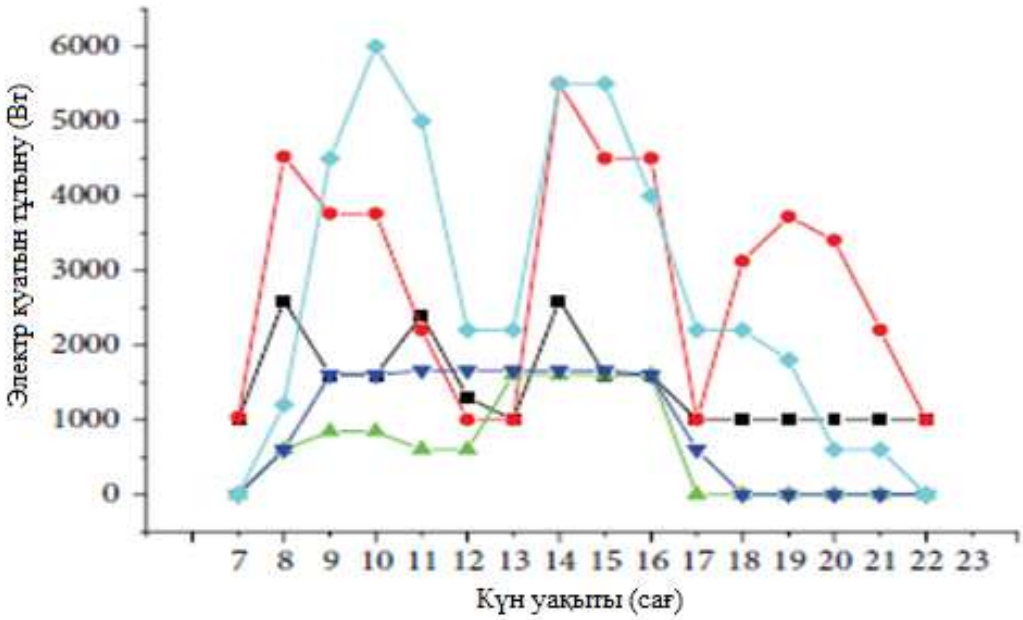
Демек, ZBEMCS өлшеу дәлдігі сенімді болып табылады және Біз құрылыс электр құрылғыларының параметрлерін бақылау үшін ZBEMCS пайдалана аламыз.



3.21 сурет – Қазақтелеком АҚ солтүстік аймағының ғимараттың екінші қабатының қабаттық жоспары

Біз зерттеу жүргізу үшін Қазақтелеком АҚ солтүстік аймағының ғимаратының 2–ші қабатындағы 201, 205, 207, 208 және 209 бөлмелерінде электр аспаптарымен тұтынылатын қуатты бақылау үшін ZBEMCS пайдаланамыз. 3.21–суретте rrsab екінші қабатының әр қабат жоспары көрсетілген. 3.3–кестеде сынақ залдарындағы объектілер көрсетілген. 3.22–суретте сынау бөлмелерімен электр энергиясын тұтыну көрсетілген.

Бұл жағдайда, әрбір жұмыс сағаты үшін қолданылатын қуат, сынақ залдарында оңай қол жетімді.



3.22 сурет – Сынақ өткізетін бөлмелердің электр энергиясын тұтынуы

3.3 кесте – Сынақ бөлмелері

бөлмелер	Қондырғылар
201 офис	11 компьютер, 4 желдеткіш, 1 тоңазытқыш, 1 кондиционер және 1 электр шайнек
205 инженер	2 компьютер, 1 кондиционер, 1 электр шайнек, 1 тоңазытқыш, 1 фонтан, 1 су таратқыш және 1 микротолқынды пеш
207 техник	1 компьютер, 1 кондиционер, 4 желдеткіш және 1 су таратқыш
208 техник	1 компьютер, 1 кондиционер, 4 желдеткіш және 1 су таратқыш
209 аппараттық	4 компьютер, 1 кондиционер, 1 электр шайнек, 1 су таратқыш

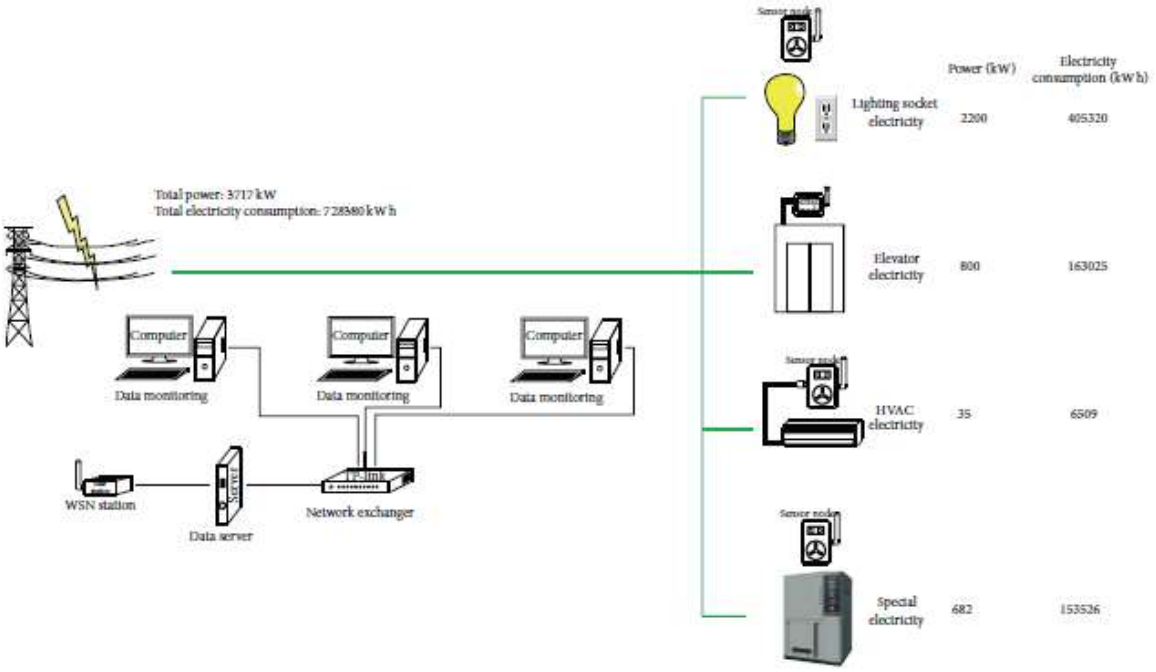
3.3.2 ZBEMCS қолдану. ZBEMCS электрлік құрылғылардың жергілікті / қашықтан басқару параметрлерін өлшеу және электрлік құрылғыларды қосу / өшіру күйін қамтамасыз етеді.

Сондықтан, бұл жүйені энергия тұтынуды бақылау, энергия үнемдеуді ұзақ мерзімді жоспарлау және құрылыста қолдануға арналған автоматтандырылған энергия үнемдеуді дамыту үшін пайдалануға болады. ZBEMCS–тің бір типтік қолдануы – ғимарат энергиясының қосалқы өлшеуі. Мысалы, энергияны тұтынатын негізінен ыстық және ылғалды климаттағы кампус ғимараттарының көпшілігі үшін ZBEMCS деректерді электр жүйесі бойынша жинайды, оларды 3.23 – суретте көрсетілгендей төрт бөлек элементтерге бөлуге болады:

- жарықтандыру розеткасының электр қуаты, ол негізінен жарықтандыру және электр розеткаларын (ішкі жарықтандыру электр қуаты, әуе терминалының электр розеткасы және тұрақты электр розеткасы), дәлізді және апаттық жарық электр жарығын және сыртқы пейзажды жарықтандыруды;
- HVAC (жылыту, желдету және ауаны баптау) электр энергиясы, ол жылыту және салқындату көзі жабдықтарының (салқындатқыш электр, салқындатқыш мұнараның желдеткіш электр қуаты, электр қазандығының электр қуаты), электр розеткасының электр розеткасынан және электр энергиясынан тұрады. көлік жабдықтарының (салқындатылған су сорғысы, салқындатқыш су сорғысы және ыстық су айналым сорғысының электр қуаты);
- негізінен лифт, су сорғышы, желдеткіш және арнайы электр энергиясы бар электр энергиясы (мұнда арнайы электр энергиясы электр жабдықтарының қалыпты жұмысына жатпайтын арнайы тұтынуды білдіреді). Арнайы электр энергиясының ерекшелігі – жоғары энергия тығыздығы; негізгі электр қондырғыларына және жабдықтарына қарағанда көбірек қуат пайдаланады. Студенттік қалашықтың сипаттамаларына сәйкес арнайы электр қондырғыларына зертханалар, таза бөлмелер, ақпараттық орталықтар,

асханалар, кір жуатын бөлмелер, бассейндер және басқа да арнайы құрылғылар кіреді;

- ғылыми зерттеулерге немесе басқа қосалқы жабдықтарға арналған үлкен арнайы жабдық үшін арнайы электр.



3.23 сурет – ZBEMCS құрылыс энергиясын қосалқы өлшеу

ZBEMCS–тің тағы бір типтік қолдануы – ғимарат энергиясын үйде есептеу. Есептеу кампустың негізгі функционалды аймағына сәйкес жүзеге асырылады, ол кампусты энергияны басқару орталығы ретінде қарастырады және кампустың әр ғимаратын төрт бөлікке бөледі: әкімшілік аймақ, кеңсе ауданы, оқу аймағы. , және өмір сүру аймағы. Содан кейін ол әр ғимараттың энергия шығынын анықтайды. Біз статистикадан бөлмені ғимаратқа дейін, дәлірек айтқанда, сынып, еден, ғимарат және энергияны басқару орталығының реті бойынша орындаймыз.

4 Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімі

4.1 Жұмыс жағдайын талдау

Бұл дипломдық жобаның "Түрлі ғимараттарда энергоаудитті жүргізу үшін Zigbee сымсыз технологиясын талдау" бөлімінде Zigbee технологиясын қолдану арқылы, синхронды цифрлық иерархиясы бар әртүрлі ғимараттарда энергоаудитті жүргізу үшін қолданылатын аппаратураны орналастыратын бөлме қарастырылады. Zigbee технологиясындағы синхронды цифрлық иерархиясы бар таратушы құрылғы ұзақ толқыннан 1550нм Жарық импульстерінің көмегімен жүзеге асырылатын көп арналы байланыс

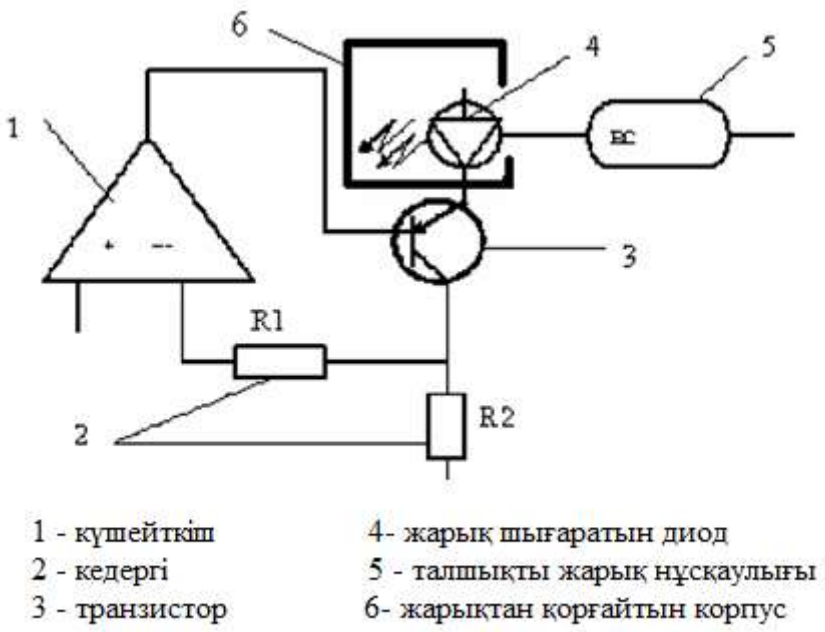
жүйелерінің құрамындағы жұмысқа есептелген лазер болып табылады. Лазер– бұл көрінетін, инфрақызыл және ультракүлгін диапазондардың электромагниттік сәуле көзі, атомдар мен молекулалардың мәжбүрлі сәулеленуіне негізделген және адамға кері әсер етеді. Бұл ретте қызмет көрсетуші персоналда орталық – жүйке және жүрек–қантамыр жүйелерінде, эндокриндік бездерде өзгерістер болады; ағза мен көздің шаршағандығының артуы, бас ауруы және т. б. Барлық осы факторлар қызмет көрсететін персоналдың жұмысқа қабілеттілігін төмендетеді және күтпеген жағдайларға әкеледі. Жобада трассаның ұзындығы 174 км, үш желілік–аппараттық цехтары бар. ZIGBEE технологиясын қолдана отырып, желілік–аппараттық цехтардағы қызмет көрсетуші персоналдың саны едәуір қысқарады және магистралдің жобаланатын учаскесіндегі барлық желілік – аппараттық цехтарды ескере отырып, 12 адамды құрайды. Желілік–аппараттық цехта (ЖАЦ) қызмет көрсететін персоналдың толыққанды жұмысы үшін, яғни типтік арналардың пайда болуы мен қайта бөлінуін қамтамасыз ететін техникалық құралдар кешені Желілік трактілерде жұмыс кезінде адамға әсер ететін барлық сыртқы факторлар ескеріледі. Мұндай факторлар сәулелену түрлері, электростатикалық өрістердің кернеуліктері, төмен энергетикалық рентгендік сәулелену болып саналады, сондай–ақ желілік–аппараттық цехтар үй–жайларындағы жарықтандыру, электр қауіпсіздігі, өрт қауіпсіздігі ескеріледі [20].

4.1.1 Лазерлік сәулеленуден қорғау жөніндегі іс–шаралар. ЖАЦ тарату құрылғысындағы маңызды элемент лазер болып табылады, ол 1550 нм толқын ұзындығы бар жеңіл импульстердің көмегімен жүзеге асырылатын цифрлық тарату жүйелерінің бөлігі ретінде жұмыс істейді. Персоналға лазердің әсерінен орталық жүйке және жүрек–тамыр жүйелерінде, эндокриндік бездерде өзгерістер пайда болады, дененің және көздің шаршауының жоғарылауы, бас аурулары және т.б. Барлық осы факторлар қызмет көрсету персоналының тиімділігін едәуір төмендетеді және күтпеген жағдайларға әкеледі [21].

4.1–суретте жарық шығаратын диодты қолданатын лазер тізбегі көрсетілген. Сәулелену талшықты–оптикалық кабельге түседі, ол арқылы сәуле беріледі. Жарықтан қорғайтын корпус шағылысқан сәулеленуді «талшықты–оптикалық талшықтың» белсенді ортасы – «шекарасында» сіңіруге арналған. 4–кабельдің көмегімен сорғы тогы белсенді ортаға беріледі.

Радиатордың тікелей зақымдануы оператор лазерді тікелей теріге немесе көзге бағыттаған жағдайда ғана мүмкін болады.

Қызметкерлерге шашыраңқы немесе шағылысқан лазер сәулелерінің әсерін болдырмау үшін белсенді орта қорғаныс корпусына орналастырылады. Корпустың ішкі беті лазердің жұмыс толқын ұзындығында жоғары сіңу дәрежесі бар материалдан тұрады. Лазердің белсенді ортасының оптикалық талшықпен тығыз байланысы жағдайында жоғары сіңу дәрежесі бар оқшаулағыш корпус қамтамасыз етілген.



4.1 сурет – Жартылай өткізгіш лазер сұлбасы

Лазерге білікті емес кіруді болдырмау үшін жабдықта блоктау жүйесі қарастырылған.

Оның жұмыс принципі беруші және қабылдағыш құрылғылар арасындағы кері байланысқа негізделген. Қабылдау нүктесінің шығу тізбектерінде сәуле жоғалған жағдайда, қарсы бағытта, б.а. Қабылдау нүктесінен тарату нүктесіне дейін, таратушы жақтың лазерлік блоктау сигналы беріледі. Сигнал жоғалып, лазер сөнген уақыт аралығындағы аралық шамамен 0,2 ... 0,3 мс құрайды.

Жабдық орналасқан кассета қақпағына барлық құрылғыларға рұқсатсыз кіруді болдырмау үшін сенсор қосылған. Сенсор іске қосылғанда, рұқсат етілмеген кірудің дыбыстық және визуалды дабылы іске қосылады.

Бұл лазердің қуаты аз жартылай өткізгіш құрылғы болғандықтан, зиянды шығарындылар мен шулардан қорғаудың арнайы шаралары қажет емес (өйткені лазер шулы емес).

4.1.2 Электр қауіпсіздігі**.** Электр тогы қауіптің жасырын түрі болып табылады, өйткені электр тогының жақсы өткізгіштері болып табылатын жабдықтың тірі және жанбайтын бөліктерінде анықтау қиын. Магнитудасы 0,05А–дан асатын ток адам өмірі үшін қауіпті болып саналады, 0,05А–дан аз ток қауіпсіз болады (1000 В дейін) [22].

Электр тогының соғуын болдырмау үшін негізгі қауіпсіздік ережелерін мұқият зерттеген адамдар ғана жұмыс істей алады.

Электр қауіпсіздігі ережелеріне сәйкес электр сымдарының, қауіпсіздік панельдерінің, шнурлардың жағдайы үнемі бақылауда болады, олардың көмегімен компьютерлер мен басқа да электр аспаптары электр желісіне қосылған.

Барлық ЖАЦ жабдықтары бар электр қондырғылары адамға үлкен қауіп төндіреді, өйткені пайдалану немесе алдын–алу жұмыстарын жүргізу кезінде адам тірі бөліктерге тиіп кетеді. Электр қондырғыларының белгілі бір қауіптілігі – ток өткізгіштер, оқшауламаның зақымдануы (бұзылуы) нәтижесінде энергияға айналған электр өткізгіштер, жабдықтың басқа қораптары адам үшін қауіп туралы ескертетін ешқандай сигнал бермейді. Адамның электр тогына реакциясы соңғысы адам ағзасынан өткен кезде пайда болады. Электр жарақаттарының алдын алу үшін қолданыстағы ЖАЦ электр қондырғыларына техникалық қызмет көрсетуді дұрыс ұйымдастыру, сонымен қатар жөндеу, монтаждау және профилактикалық қызмет көрсету өте маңызды.

Үй–жайлардың санатына байланысты электр жабдықтарын пайдалану және жөндеу кезінде қажетті электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін белгілі бір шаралар қабылданады.

ЖАЦ–да статикалық электр тогының разряд тогы көбінесе жабдықтың кез–келген затын ұстаған кезде пайда болады. Мұндай разрядтар адамдарға қауіп төндірмейді, бірақ жағымсыз сезімдерден басқа, олар интегралды микроэлектроника негізінде жасалған жабдықтың істен шығуына әкеледі. Статикалық электр энергиясының пайда болатын зарядтарын азайту үшін технологиялық қабаттардың жабыны бір қабатты поливинилхлоридті антистатикалық линолеумнен жасалады. Қорғаудың тағы бір әдісі – статикалық электр зарядын иондалған газмен бейтараптандыру. Радиоактивті детекторлар өнеркәсіпте кеңінен қолданылады. Статикалық электр тогынан қорғаудың жалпы шаралары жалпы және жергілікті ауаны ылғалдандыруды қамтиды.

Электр тогынан қорғаудың ең тиімді құралы – жерге қосу. Жабдықтар бөлмесінде жабдықтарды жерге орналастыру:

– оқшаулау бұзылған жағдайда персоналды электр тогының соғуынан қорғау;

– байланыс жүйелерінің жабдықтарын электростатикалық разрядтардан қорғау;

– тарату жүйесінің жабдықтарын электромагниттік кедергілерден қорғау.

Оқшаулағыштары бар тіреулер, металл кронштейндер, ТВ антенна құрылғылары, сондай–ақ шкафтардың, кростардың, пульттердің металл бөліктері және байланыс құрылғыларының басқа да металл құрылымдары жерге тұйықталады. Ауыспалы токтың кернеуі 42В жоғары электр жабдығы орнатылған металл шкафтар, қаңқалар және басқа да металл конструкцияларының кернеуі 380/220 В нөлдік тұрғын электр желісімен қосу жолымен қорғаныш шымылдығы болады.

4.2 Есептеу бөлімі

4.2.1 Электр қауіпсіздігі бойынша есептеу. Орнатылған жабдықпен, компьютерлермен және жарықтандырумен ЖАЦ – дың жерге тұйықталуын есептеу кезінде максималды желілік кернеу 0,4 кВ құрайды, жерге тұйықталу тогы шамамен екі ампер, топырақ – саздақ, климаттық аймақ–үшінші, табиғи жерге тұйықталулар пайдаланылмайды.

Жерге қосқыштар ғимараттың сыртқы жағында контур бойымен тік электродтардың орналасуымен орналасқан. Біз тік жерге қосу өткізгіштер ретінде диаметрі 15 мм және ұзындығы 3 м болатын болат шыбықтарды қабылдаймыз; электродтардың жоғарғы ұштары 0,7 м тереңдікте, сол болаттың көлденең штангалы электродтары оларға дәнекерленген. Шешім келесідей:

1) жерге қосу құрылғысының кедергісінің электр қондырғылары $R_З = 4$ ом, есептелген $R_З = 3$ Ом үшін қабылдайды;

2) тік электродтар арасындағы алдын–ала арақашықтық – 3 м;

3) табиғи $Р_И = R_З = 3$ Ом болмаған кезде жасанды жерге қосу кедергісі;

4) көлденең және тік электродтар үшін пневматикалық коэффициенттерді ескере отырып, топырақтың есептік кедергісі: $р_{рг} = 273$ Ом · м; $р_{рв} = 105$ Ом · м;

5) бір тік өзек типті электродтың таралу кедергісі (4.1) формула бойынша анықталады:

$$R_{ОВЭ} = \frac{\rho_{РВ}}{2 \cdot \pi \cdot l_В} \cdot (\ln \frac{2 \cdot l_В}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t_В + l_В}{4 \cdot t_В - l_В}), \; Ом \qquad (4.1)$$

мұндағы $l_В = 3$ мм – бір электродтың ұзындығы (вертикал);

$t_В = 0,7+1,5 = 2,2$ м – электродты толтыру тереңдігі;

d – Стержень диаметрінің мәні, мм;

$$R_{ОВЭ} = \frac{105}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,03} \cdot (\ln \frac{2 \cdot 0,03}{15 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,2 + 0,03}{4 \cdot 2,2 - 0,03}) = 774,5 \; . \; Ом.$$

6) тік жерге тұйықтағыштардың алдын ала қажетті саны (4.2) формула бойынша анықталады:

$$N = \frac{R_{ОВЭ}}{K_{ИВ} \cdot R_И}, \qquad (4.2)$$

мұндағы $K_{ив}=0,73$ – $l_в$ қатынасы кезінде олардың арасындағы қашықтыққа жерге тұйықтағыштарды пайдалану коэффициентінің мәні бірге тең қабылданады;

$$N = \frac{774,5}{0,73 \cdot 3} = 353,6 \approx 354$$

7) көлденең электродтардың таралу кедергісі (4.3) формуламен анықталады:

$$R_{РГЭ} = \frac{\rho_{РГ}}{K_{ИГ} \cdot 2 \cdot \pi \cdot l_{Г}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2{}_{Г}}{d \cdot t_{Г}}, \; Ом \qquad (4.3)$$

мұндағы $K_{иг}$ – *0,77* – пайдалану коэффициентінің мәні;
$l_Г = 4x3 = 12$ *м* – көлденең электродтардың ұзындығы;
$t_г = 0,7$ *м*; – толтыру тереңдігінің мәні;
$d = 15$ *мм* – электрод диаметрінің мәні.

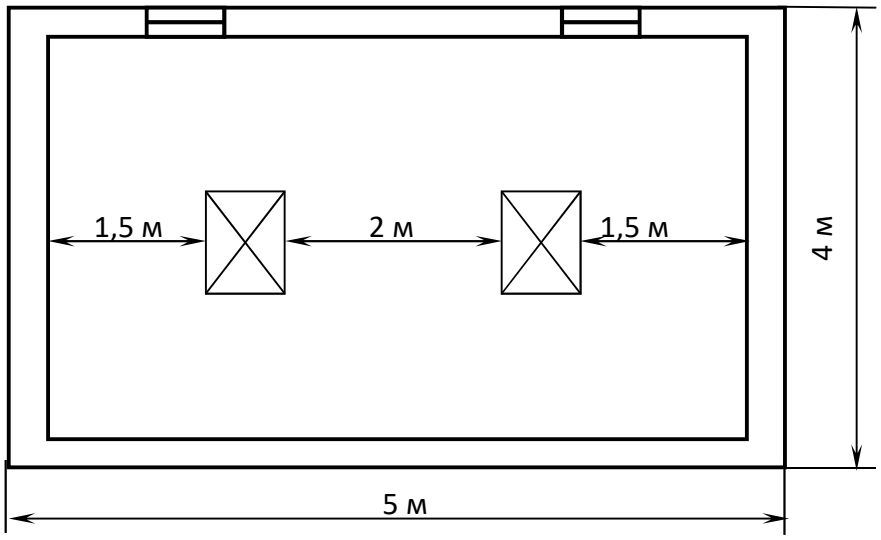
$$R_{РГЭ} = \frac{273}{0,77 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 12} \cdot \ln \frac{2 \cdot 12^2}{15 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7} = 48, \; Ом.$$

8) тік электродтардың шекті саны:

$$N = \frac{R_{ОВЭ} \cdot (R_{РГЭ} - R_{И})}{K_{ИВ} \cdot R_{РГЭ} \cdot R_{И}} = \frac{774,5 \cdot (44,8 - 3)}{0,73 \cdot 44,8 \cdot 3} = 332.$$

4.2.2 Жарық ағыны бойынша желілік – аппараттық залдың жарықтандыру жүйесін есептеу. Үй–жайда желілік – аппарат залының орналасқан жабдықтар жүйелерін беру, үнемі жетіспеушілігі байқалады табиғи жарық. Осыған байланысты жасанды жарықтандыру қажет.

Жарық беру шамдарының желілік–аппараттық залдағы орналасуы 4.2–суретте келтірілген [22].



4.2 сурет–аппараттық жарықтандыру жүйесі

Біздің бөлме өлшемдері:
А – (ұзындығы) мәні – 5 м;
В – (ені) мәні – 4 м;
N – (биіктігі) мәні – 3м.
Қажетті арматура саны – 2.

Шамның түрі – ШОД (5.1 кесте).
Шамдар арасындағы қашықтық – 2 м.
Басқару бөлмесінің қабырғалары ашық түстермен боялған.
Төбесі ақ түске боялған.

4.1 кесте – шам сипаттамалары

люминесцентция шамы	ЛБХ 40/220
Бір шамдағы шамдардың саны, шт.	2
Бір шамның жарық ағынының мәні, лм/Вт	$F_Л$ = 2000/52

Нормаланатын ең аз жарықтандыру (4.4) формула бойынша есептеледі:

$$E_{min} = \frac{F_Л\ n\ \eta\ z}{S\ K}, \qquad (4.4)$$

мұндағы $F_Л$ – 1 шамның жарық ағынының мәні, лм/Вт;
n – бөлмедегі қажетті шамдардың саны;
η – жарықтандырылған ағынды пайдалану коэффициентінің мәні, яғни жарықтандырылған бетке түскен барлық шамдардың жарық ағынының үлесі;
z – біркелкі емес жарықтандыру коэффициентінің мәні;
S = A · B – жарықтандырылған ЖАЦ бөлмесінің еден ауданы, $м^2$;
К – жарықтандыру жүйесін пайдалану кезінде жарықтың азаюын ескеретін қауіпсіздік факторының мәні (шамдардың ластануы, лампалардың қартаюы).

Телекоммуникация тораптарының үй–жайларында шамдарды ластайтын шығарындылар салыстырмалы түрде аз, сондықтан есептеу кезінде:

$$K = 1{,}5. \qquad (4.5)$$

Жарық ағынының φ пайдалану коэффициентін анықтау үшін бөлменің көрсеткішін табу керек :

$$\varphi = \frac{AB}{H_p(A+B)}, \qquad (4.6)$$

мұндағы H_p – жұмыс бетінен шамдарды ілу биіктігінің мәні (шартты жұмыс беті еденнен 0,8 м биіктікте орналасқан көлденең жазықтық болып саналады).
Шамдарды ілу биіктігі 3 м, сонда:

$$\varphi = \frac{5 \cdot 4}{3 \cdot (5+4)} = \frac{20}{3 \cdot 9} = \frac{20}{27} = 0{,}7 \approx 1{,}0 \cdot \qquad (4.7)$$

Жарық ағынын φ пайдалану коэффициентінің мәні ағынның көрсеткішіне, сондай–ақ ағынның ρ_c және ағынның шағылысу $\rho_п$ коэффициенттеріне байланысты:

$$\eta = 0{,}43. \qquad (4.8)$$

Есептеу кезінде люминесцентті шамдарға арналған жарықтандырудың біркелкі емес коэффициенті Z= 0,9 тең болады.

Нормаланатын ең аз жарықтандыру тең:

$$E_{min} = \frac{2000/52 \cdot 4 \cdot 0{,}43 \cdot 0{,}9}{5 \cdot 4 \cdot 1{,}5} = 1{,}98 \quad лм/м^2. \qquad (4.9)$$

Өндірістік бөлмедегі көлденең жарықтандыру қолданыстағы нормаларға сәйкес келеді деген қорытынды жасаймыз.

4.2.3 Желілік–аппараттық залдағы желдетуді есептеу. Желілі – аппараттық залдың үй–жайында өндірістік жабдықтардың жылу бөлінуінің есебінен жылудың едәуір артық болуы (үй–жайдағы жылу бөлінулер мен қабырғалар, терезелер, есіктер және т. б. арқылы жылу берулер арасындағы айырмашылық) орын алады, оларды жою ең алдымен желдету жүйесін қамтамасыз етеді.

Жылу артық болған жағдайда үй–жайдан шығарылуы қажет ауа мөлшері (4.10) формула бойынша есептеледі:

$$L_в = \frac{Q_{жеке}}{C_в \, \Delta t \, \gamma_в}, \qquad (4.10)$$

мұндағы $Q_{изб}$ – артық жылудың мәні, ккал/ч;

$C_в$ – ауаның жылу сыйымдылығы (0,24 ккал/кг ^{0}C);

Δt – кіретін және бөлмеден шығатын ауаның температура айырмашылығы;

$\gamma_в$ – ауаның белгілі бір ауырлық мәнін беру, $\gamma_в$ = 1,206 кг/м^3.

Есептеулердегі Δt мәні ауаның жылу қарқындылығына байланысты өрнек арқылы анықталады:

$$Q_н = \frac{Q_{жеке}}{V_п}, \qquad (4.11)$$

мұндағы V_n – бөлме көлемі, м^3, (5 · 4 · 3 = 60 м^3).

Егер ауаның жылу кернеуі $Q_н \leq 20$ ккал/м^3·сағ, онда $\Delta t = 6\ ^0C$, ал егер $Q_н > 20$ ккал/м^3·сағ, $\Delta t = 8\ ^0C$.

Артық жылу (4.12) формула бойынша есептеледі:

$$Q_{арт} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_л + Q_р - Q_{жеке}, \qquad (4.12)$$

мұндағы $Q_р$ – бөлмеге күн сәулесімен енгізілетін жылу (күн радиациясы), ккал / сағ;

Qжеке – табиғи жылу беру, ккал / сағ.

Өндірістік жабдықтар шығаратын жылу (4.13) формула бойынша есептеледі:

$$Q_{об} = 860 \cdot P_{об} \cdot \eta, \qquad (4.13)$$

мұндағы 860 – жылу эквивалентінің мәні 1 кВт / сағ;

$P_{об}$ – жабдық тұтынатын қуат, кВт / сағ ($P_{об}$ =0,3 кВт/сағ);

η – бөлмеге жылу беру коэффициентінің мәні (η = 0,95).

$$Q_{об} = 860 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}95 = 245 \text{ (ккал/сағ)}.$$

Жарық қондырғыларында пайда болатын жылу (4.14) формуламен есептеледі:

$$Q_{жар} = 860 \cdot P_{жар} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \cos\varphi, \qquad (4.14)$$

мұндағы $P_{жар}$ – жарықтандыру қондырғыларының қуат мәні, кВт ($P_{осв}$ = 0,16 кВт);

α – электр энергиясын жылуға айналдыру тиімділігінің мәні (люминесцентті лампалар үшін α = 0,2);

β – Бөлмедегі жабдықты бір уақытта пайдалану тиімділігінің мәні (барлық жабдықтың жұмысымен β = 1);

cosφ – коэффициент мәні, cosφ = 0,8.

$$Q_{жар} = 860 \cdot 0{,}16 \cdot 0{,}2 \cdot 1 \cdot 0{,}8 = 22 \text{ (ккал/сағ)}.$$

Сызықтық – аппараттық бөлменің қызметкерлері шығаратын жылу (4.15) формула бойынша есептеледі:

$$Q_л = K_л (q - q_{туз}), \qquad (4.15)$$

мұндағы $К_л$ – объектідегі жұмысшылардың саны ($К_л$ = 1);
($q - q_{исп}$) – айқын жылу, ккал / сағ
q – санаттағы бір қызметкердің жылу шығаруы, ккал / сағ;
$q_{исп}$ – жылудың булануына жұмсалған жылу, ккал / сағ.
q (t = 30^0C) = 120 (ккал/сағ),
$q_{исп}$ (t = 30^0C) = 60 (ккал/сағ),
$q - q_{исп}$ = 120 – 60 = 60 (ккал/сағ).

$$Q_л = 1 \cdot (120 - 60) = 60 \text{ (ккал/сағ)}.$$

Күн радиациясымен енгізілген жылу (4.16) формула бойынша есептеледі:

$$Q_p = m \cdot F \cdot q_{кос}, \qquad (4.16)$$

мұндағы m – бөлмедегі терезелер саны (m = 2);
F – бір терезе аймағының мәні, $м^2$ (F = 1 · 1,7 = 1,7 $м^2$);
$Q_{кос}$ – Күн сәулесі, жылтыратылған бет арқылы, яғни жылытылған беті арқылы бір сағат ішінде енгізілген жылу мөлшері 1 м2, ккал / сағ ($q_{кос}$ = 125 ккал/сағ).

$$Q_р = 2 \cdot 1{,}7 \cdot 125 = 425 \text{ (ккал/сағ)}.$$

Жабдық бөлмесі – бұл үлкен жылу артықшылығы бар бөлме, және бөлме құрылымдары арқылы жылу беру табиғи түрде терезелер арқылы енгізілетін жылу мөлшеріне тең, яғни

$$Q_{жеке} = Q_р. \qquad (4.17)$$

жылдың жылы кезеңі үшін есептеу кезінде $Q_{отд}$ = 0 деп қабылдауға болады.

Желілік–аппараттық залдың артық жылуы:

$$Q_{арт} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_л + Q_p - Q_{жеке} = 245 + 22 + 60 + 425 - 0 = 752 \ (ккал / саг).$$

Ауаның жылу кернеулігі:

$$Q_H = \frac{Q_{арт}}{V_n} = \frac{752}{60} = 12{,}5 \ (ккал / м^3 \cdot саг). \qquad (4.18)$$

мұндағы Q_H < 20 ккал/$м^3$·сағ болғандықтан, Δt = 6^0C.
Бөлмеден шығарылатын ауа мөлшері:

$$L_в = \frac{Q_{арт}}{C_в \cdot \Delta t \cdot \gamma_в} = \frac{752}{0{,}24 \cdot 6 \cdot 1{,}206} = 433\ (м^3 / саг). \qquad (4.19)$$

Желдету жүйесі ауа алмасу еселігін тең қамтамасыз етеді:

$$n = \frac{L_в}{V_п} = \frac{433}{60}\left(\frac{м^3 / саг}{м^3}\right) = 7{,}2 саг^{-1}. \qquad (4.20)$$

4.2.4 Өрт қауіпсіздігі**.** Өрт қауіптілігі дәрежесі бойынша С телекоммуникациялық кәсіпорындары Д санатына жатады (суық жағдайда жанбайтын заттар мен материалдарды өңдеуге байланысты өндірістер).Жабдық бөлмесінің сызықтық – жабдық бөлмесі отқа төзімді ретінде отқа төзімді топқа жатады. Қабырғалары, төбесі мен интерьері жасалған материалдар оттың немесе жоғары температураның әсерінен жанбайды, жанбайды және жанбайды. Мойынтірек конструкциялары отқа төзімді материалдардан жасалған. Өрт болған жағдайда адамдарды эвакуациялау міндетті болып табылады. Сызықтық–аппараттық залдан шығу бір мезгілде эвакуацияланады. Сызықтық жабдықтар бөлмесі телекоммуникация орталығының бірінші қабатында орналасқандықтан, одан шығатын дәліз мен вестибюль арқылы өтеді. Эвакуациялау жолындағы есік ғимараттан шығу бағыты бойынша ашылады. Өндірістік үй–жайда эвакуациялау жолында жылжымалы және кірме есіктерді орнатуға жол берілмейді. Қызметтік үй–жайлар мен ғимараттардан қызметкерлерді эвакуациялаудың есептік уақытының мәні қызметкерлерді неғұрлым алыс орналасқан жерлерден эвакуациялық шығу жолдары арқылы бір немесе бірнеше адам ағындарының қозғалыс уақытының есебі бойынша белгіленеді. Есептеу кезінде адам ағыны қозғалысының барлық жолы ұзындығы L және δ ені l учаскелерге (өту, дәліз, есік ойығы) бөлінеді. Бастапқы учаскелер жұмыс орындары, креслолар қатарлары және т. б. арасындағы жолдар болып табылады.

Жол учаскесі бойынша адам ағынының қозғалыс уақыты мынадай формула бойынша анықталады:

$$\mathrm{t} = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{V}}, \qquad (4.21)$$

мұндағы L және V–тиісінше эвакуациялық жол учаскесіндегі жол ұзындығының және адам ағынының қозғалыс жылдамдығының мәні.

Учаскедегі көлденең жол бойынша адам ағынының қозғалыс жылдамдығының мәні адам ағынының тығыздығына байланысты анықталады. Адам ағынының тығыздығы (4.22) формула бойынша есептеледі:

$$\mathrm{D} = \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{L} \cdot \delta}, \qquad (4.22)$$

мұндағы N – эвакуациялық жолдың өндірістік учаскесіндегі қызметкерлер саны (N = 1 адам).

Дәліз және вестибюль арқылы шығуға дейінгі ең үлкен қашықтықтың мәні L = 50 м тең: δ = 1,5 м.

Кеңсе кеңістігін эвакуациялау кезіндегі адам ағымының тығыздығы келесі формула бойынша анықталады:

$$D = \frac{N}{L \cdot \delta} = \frac{1}{50 \cdot 1{,}5} = 0{,}013\ (адам./м^2)\ .$$

Тиісінше, ағынның жылдамдығы 100 м / мин. Адам ағымының қозғалыс уақыты – жолдың қимасы:

$$\mathrm{t} = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{V}} = \frac{50}{100}\left(\frac{\text{м}}{\text{м / мин.}}\right) = 0{,}5\ (\text{мин.}) = 30(\text{с})\,.$$

Өрт болған жағдайда жабдықталған залдардың қызметкерлері 30 секунд ішінде эвакуациялана алады.

Қорытынды (өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі бойынша)

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жұмыс жағдайына талдау жасалды және электр және өрт қауіпсіздігі бойынша қорғаныс шаралары қабылданды, қондырғылар бөлмесінде желдету, сонымен қатар жабдықтар бөлмесінің жарық ағынымен жарықтандыру қарастырылды.

Есептелген есептеулерге сәйкес, өндірістік бөлмедегі жарықтандыру қолданыстағы стандарттарға сәйкес келеді, желдету жүйесі ауаның айырбастау бағамын қамтамасыз етеді, ал өрт туындаған жағдайда, желілік жабдық бөлмесінің қызметкерлерін 30 секунд ішінде эвакуациялауға болады.

5 Бизнес – жоспар

5.1 Түйіндеме

Микропроцессорлық технологиялардың қарқынды өсуі, сымсыз шешімдер құнының тұрақты төмендеуі және олардың пайдалану параметрлерінің артуы бақылау, диагностика және ақпарат алмасу жүйелерінде сымдар мен сымдық желілерден бас тартуға мүмкіндік береді. Сымсыз желілер икемді архитектурамен ерекшеленеді, оларды орнату және қызмет көрсету кезінде аз шығындарды талап етеді. Бұл өлшеу жүйесін басқа өндірушілердің бұйымдарымен ашық және үйлесімді етеді. Қазіргі уақытта Өнеркәсіптік телеметрия және үй автоматтандыру жүйелері үшін маңызды міндеттердің бірі деректерді шағын қашықтыққа беру мәселесі болып қалуда. Мұндай жүйелерді әзірлеушілер жиі диагностикаланатын жабдықтың ұтқырлығын қамтамасыз ету

және монтажға жұмсалатын шығындарды қысқарту қажеттілігі сияқты талаптарға тап болады.

ZigBee жаңа сымсыз деректер технологиясы көмекке келеді, ол негізінен автономды құрылғылар мен клиенттік жабдық арасындағы байланысты ұйымдастыруға арналған. ZigBee техникалық сипаттамасы сізге 802.15.4 біртұтас ғаламдық стандартқа негізделген, беру жылдамдығы 250 Кбит / с–қа дейін, қуаттың аз шығыны, ақпаратты қорғауды және жүйенің сенімділігін қамтамасыз ететін сымсыз желі шешімдерін жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Стандарт көптеген ұяшықтар топологиясы бар желілерді құруға мүмкіндік береді, осылайша көптеген түйіндерге қызмет етеді және байланыс күшейткіштеріне қосымша шығындарсыз байланыс ауқымын арттырады. ZigBee технологиясы Wi–Fi немесе Bluetooth сияқты үлкен көлемдегі ақпаратты жіберуге арналмаған. Алайда, мысалы, сенсорлық көрсеткіштерді беру үшін, көлемі он байттан сирек асатын жылдамдық қажет емес – бұл жағдайда қуат тұтынудың, баға мен сенімділіктің жоғары қарқыны міндетті болып табылады.

ZigBee сипаттамасы аз мөлшерде мәліметтерді беру үшін пайдаланылатын арзан, қуаты аз сымсыз желілерді құруға арналған.

Энергияны үнемдеу және энергияны сертификаттау бойынша жобаны жобалауға энергияны үнемдеу шараларын жеке таңдау және есептеу, ғимараттың энергия тиімділігі класын анықтау кіреді. Энергетикалық аудиттің есебінде: энергия тиімділігін арттыру жөніндегі іс–шаралар тізімі, сипаттамасы, энергетикалық шаралардың экономикалық көрсеткіштері: инвестициялар, өтелу мерзімі, үнемдеу пайызы, пайдалылық. 5.1 суретте энергияны зерттеуге қолданылатын жабдықтар көрсетілген.

Энергетикалық зерттеулер жүргізудің кезеңдері:

– Басқарушы органның басшыларымен энергетикалық аудит жүргізу шарттары мен кездесулері және талқылауы.

– Ғимарат туралы техникалық ақпараттар мен негізгі ақпаратты жинау

– алдыңғы жылдардағы энергетикалық статистика жинағы.

5.1 сурет – Энергияны тексеруге қолданылатын жабдық

Жұмыстың мақсаты негізінен ZigBee технологиясын қолданатын ғимараттардағы энергоаудиттің теориялық есебінен тұратындықтан, жүйені әзірлеу шығындарын есептеу керек: құрамдас бөліктердің құнын есептеу, тасымалдау қызметтері, желіні баптау және т.б. Бұл үшін бекітілген тақырып бойынша техникалық–экономикалық негіздеме жасау қажет.

Дипломдық жұмыс аясында шешілетін міндеттер:

Тұрғын үй ғимараттарының үлкен энергия тұтынуының басты мәселесі – ғимараттардың энергия тиімділігі төмен деңгейде болуы (жылу оқшаулауы жоқ, жылу энергиясын өлшегіштер жоқ, заманауи энергия үнемдейтін қондырғылар орнатылмаған және т.б.).

Демек, Жылыту, желдету, жарықтандыру, электрмен қоректендіру, күзет пен қауіпсіздікті қамтамасыз ету жүйелерін қамтитын зияткерлік желіні басқарудың бірыңғай жүйесін құру.

Практикалық маңыздылығы. Бұл желі ZigBee технологиясын қолданатын ғимараттардағы энергоаудит тұрғын үй ғимараттарында және коммерциялық үй–жайларда пайдаланылуы мүмкін. Икемді және масштабталатын жүйе.

Ғимараттың энергетикалық аудиті екіге бөлінеді:

1) ғимараттарды энергетикалық тексеру;

2) ғимараттарды энергияны үнемдеу және энергетикалық сертификаттау жөніндегі жобаны құру.

5.2 Қаржылық жоспар

Инвестициялық шығындарды есептеу. Күрделі шығындар көлемін анықтау үшін әдістемелік нұсқаулар қолданылады:

$$\sum K_{вл} = K_o + K_{тр} + K_c + K_{мон} + K_м \,, \qquad (5.1)$$

мұндағы K_o – жабдықты сатып алуға салынған капитал;

$K_{тр}$ – көлікке арналған шығыстарға салынған капитал (K_o ден 5%);

K_c – капитал, вложенный в строительство (K_o ден 30%);

$K_{мон}$ – жабдықты монтаждауға және орнатуға салынған капитал (K_o ден 10%);

$K_м$ – жұмыс орындарының тұрақтылығы;

5.1 кесте – Zegbee технологиясындағы энергияны тиімді қолдану жабдықтарын сатып алуға арналған шығындар

Тағайындау	Өлшем бірлігі	бағасы дана. (тг)	саны	Сумма (тг)
Автоматика WAGO Stream шкафы	дана	53890	1	53890
ЗРК AUMA SAR 07.5 басқару электроприводы	дана	40252,13	1	10252,13
ЗРК Баттерфляй Электро КБР.Э ЛГ	дана	3308	1	3308
Датчиктер DM9NVL	дана	1920	2	3840
Danfoss MBT 3260 температура датчигі	дана	47,23	2	94,46
FVF тор сүзгісі	дана	1847,38	4	7389,52
415 қысым датчигі		2380	4	9520
Модуль WAGO 750–522	дана	120	4	480
Кабель МКЭШ3х0.75	м.	18,50	300	5550
Кабель КВВГ3х0.75	м.	15,25	200	3050
барлығы:				97338,11

Zigbee технологиясындағы энергияны тиімді қолдану жабдықтарын көтерме бағасы: 97338,11 теңге. Жұмыс орнын ұйымдастыруға кететін шығынның есебі 5.2–кестеде келтірілген, соның негізінде қолайлы және

ыңғайлы жұмыс орындарын іске асыру үшін қажетті қорытынды сома анықталады.

5.2 кесте – Жұмыс орнын ұйымдастыруға арналған шығындарды есептеу

атауы	құны, теңге	саны, дана	құны, теңге
Компьютер (жүйелік блок, монитор)	70000	3	210000
Компьютерлік стол	10000	3	30000
Стул	4500	3	13500
Шкаф	13000	1	13000
барлығы:	–	–	266500

Жұмыс орнын ұйымдастырудың жалпы құны: 266500 теңге.

Пайдалану орнына тасымалдау құны (K_o ден 5 %)[23]:

$$K_{тр} = K_0 \cdot 0{,}05 = 97338{,}11 \cdot 0{,}05 = 4867 тг \quad (5.2)$$

Құрылысқа капиталды салу (K_o ден 30 %):

$$K_c = K_0 \cdot 0{,}3 = 97338{,}11 \cdot 0{,}3 = 29201 тг \quad (5.3)$$

Жабдықты монтаждау, орнату құны (K_o ден 10 %):

$$K_{мон} = K_0 \cdot 0{,}1 = 97338{,}11 \cdot 0{,}1 = 9734 тг \quad (5.4)$$

(5.1) формула бойынша капиталдық шығындарды есептейміз:

$$\sum K_{вл} = 97338{,}11 + 4867 + 29201 + 9734 + 266500 = 407640{,}11 тг$$

5.3 Жылдық пайдалану шығыстарын есептеу

Жылдық шығындардың шамасы әдістемелік нұсқаулар бойынша анықталады:

$$\sum Э = ФОТ + O_C + Э_Л + A_0 + П_{Радм} + A_{ТВ} \quad (5.5)$$

мұндағы $ФОТ$ – еңбекақы төлеу қоры (ЕАҚ);

O_C – әлеуметтік аударымдар;

A_0 – амортизациялық аударымдар;

$Э_Л$– электр энергиясының құны;

$П_{Радм}$ – басқа әкімшілік–басқарушылық шығыстар (жалақы қорының 40%).

5.3 кесте – Жалақы есебі [23]

Лауазымдар атауы	Штат бірлігі, саны	Бір қызметкерге айлық жалақы, теңге	Жылдық жалақы, теңге, 1 қызметкерге	Жалпы жалақы ФОТ,теңге
Бас инженер	1	75000	900000	900000
1 санатты инженер	1	60000	720000	720000
Оператор	2	50000	600000	1200000
Кабельщик	2	40000	480000	960000
барлығы:	6			3780000

Әлеуметтік аударымдар мен медициналық сақтандыру ФОТтан 9,5 % + 1,5% (ст. 27 (Стр: http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1500000405#z42).) :

$$О_с=(ФОТ–П_ф)\cdot 0,11 \quad (5.6)$$

мұндағы $П_ф$ – жалақы қорының 10% құрайтын зейнетақы қоры [23]:

$$О_с=(3780000–378000)\cdot 0,11=425200 \text{ тг.}$$

Электр энергиясының құны мына формула бойынша есептеледі:

$$Эл = N \cdot t \cdot Q, \quad (5.7)$$

мұндағы $N = 700$ Вт – электр жабдықтары;

$t = 365 \cdot 24 = 8760$ с – жабдықты пайдалану сағаттарының саны.

2019 жылдың 1 қаңтарынан бастап Алматы және облыстың Алматы облысындағы тұтынушыларға келесі тарифтер қолданылады:

Алматы қаласы мен облыстың Алматы облысындағы тұтынушылар үшін электр қуатына арналған тариф 1 кВт / сағ үшін 15,90 теңгені құрайды. [https://www.zakon.kz/4951875–tarify–na–elektroenergiyu–snizyatsya–v.html]

$Q = 15,9$ тг – электр энергиясының 1 киловатт–сағатының бағасы,

$$Эл = 0,7 \cdot 8760 \cdot 15,9 = 96950 \text{ тг.}$$

Амортизациялық аударымдар негізгі құралдардың белгілі бір пайызын құрайтын бірыңғай стандарттарға сәйкес белгіленеді және формула бойынша есептеледі[24]:

$$А_О = \frac{Ф \cdot Н_А}{100\ \%}, \quad (5.8)$$

мұндағы Ф – негізгі құралдардың баланстық құны;

$Н_А$ – амортизация нормасы (25%) [23].

Жабдықтардың тозуы:

$$А_{О.об} = Н_А \cdot К_О; \quad (5.9)$$

$$А_{О.об} = 0{,}25 \cdot 407640{,}11 = 101910 \text{ тг.}$$

Сонымен қатар, жұмыс орындарын ұйымдастыруды ескере отырып, біз жұмыс үстелі компьютерлері мен жиһаздарға амортизацияны жүргіземіз:

$$А_{О.ком} = Н_А \cdot К_м; \quad (5.10)$$

$$А_{О.ком,меб} = 0{,}25 \cdot 266500 = 66625 \text{ тг}$$

$$А_О = А_{О.об} + А_{О.ком,меб}, \quad (5.11)$$

$$А_О = 101910 + 66625 = 168535 \text{ тг.}$$

Басқа шығыстар жалақының 40% құрайды:

$$Пр_{АДМ} = ФОТ \cdot 40\%,$$

$$Пр_{АДМ} = 3780000 \cdot 0{,}40 = 1512000 \text{ тг.}$$

Біз барлық мәндерді анықтағаннан кейін, пайдалану шығындарын есептеуге кірісе аламыз, сонымен бірге шығындарды визуалды түрде көрсететін кесте және оған диаграмма жасай аламыз:

$$\sum Э = 3780000 + 425200 + 96950 + 168535 + 1512000 = 5982685 \text{ тг.}$$

5.4 кесте – Желіні пайдалану шығындары және олардың пайызы көрсетілген

Шығындардың атауы	құны, тенге	Үлес салмағы, %
ФОТ	3780000	47,16%

5.4 кестенің жалғасы

Шығындардың атауы	құны, тенге	Үлес салмағы, %
Әлеуметтік аударымдар	425200	4,67%
Электр энергиясының шығындары	96950	1,21%
Амортизациялық аударымдар отчисления	168535	26,90%
басқа шығындар	1512000	18,86%
Эксплуатациялық шығындар	5982685	100%

5.2 сурет – Шығындар кестесі

Қорытынды(экономикалық бөлімі бойынша)

Zigbee технологиясындағы энергияны тиімді қолдану жабдықтарын көтерме бағасы: 97338,11 теңге болатыны анықталды. Жұмыс орнын ұйымдастыруға кететін шығынның есебі мен қолайлы және ыңғайлы жұмыс орындарын іске асыру үшін қажетті қорытынды сома анықталады. Желіні пайдалану шығындары есептелінді.

Қорытынды

Бұл дипломдық жобада шлюзден, базалық станциядан және сенсорлардан тұратын үнемді ZBEMCS ұсынылды. Атап айтқанда, жергілікті және қашықтан қуат параметрлерін өлшеу және электрлік құрылғыларды қосу / өшіру үшін қуат сенсоры тораптарына арналған жаңа платформа жасалынған. Тәжірибелік нәтижелер ZBEMCS жоғары дәлдік деңгейімен энергияны тұтынуды оңай бақылай алатындығын көрсетеді. ZBEMCS–тің екі типтік қосымшалары ұсынылған, олар қосалқы метрді өлшеу және ғимарат энергиясын тұрмыстық өлшеу. Біріншісіне жарықтандыру розеткасы, HVAC электр энергиясы, электр қуаты және арнайы электр кіреді. Соңғысы кампустың негізгі функционалды аймағына және әр колледжге немесе бөлімге сәйкес үйде есептеуді қамтиды. Сондықтан, бұл жүйені энергия тұтынуды бақылау, энергия үнемдеуді ұзақ мерзімді жоспарлау және құрылыста қолдануға арналған автоматтандырылған энергия үнемдеуді дамыту үшін пайдалануға болады.

Экономика бөлімі бойынша жобаланатын өнім аналогтан қымбат емес, сапасы мен негізгі сипаттамалары ұқсас құрылғылардан асып түседі, бұл сапаның салыстырмалы көрсеткіштерін көрсетеді, демек, ол нарықта бәсекеге қабілетті тауар болады.

Әдебиеттер тізімі

1 S. Ahuja, *ZigBee based web enabled power monitor [Masters Project Report]*, California State University, Sacramento, Calif, USA, 2010.

2 A. Nedelcu, F. Sandu, M. MacHedon–Pisu,M. Alexandru, and P. Ogrutan, “Wireless–based remote monitoring and control of intelligent buildings,” in *Proceedings of the IEEE International Workshop on Robotic and Sensors Environments (ROSE ’09)*, pp. 47–52, November 2009.

3 http://www.stg.com/wireless/ZigBee comp.html.

4 J. S. Lee, Y.W. Su, andC. C. Shen, “Acomparative study ofwireless protocols: bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi–Fi,” in *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON ’07)*, pp. 46–51, Taipei, Taiwan, November 2007.

5 N. Javaid, A. Sharif, A. Mahmood, S. Ahmed, U. Qasim, and Z. A. Khan, “Monitoring and controlling power using Zigbee communications,” in *Proceedings of the IEEE 7th International Conference on Broadband,Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA ’12)*, pp. 608–613, 2012.

6 http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/IRwireless.

7 I. Metzger, D. Cutler, and M. Sheppy, “Plug–load control and behavioral change research in GSA office buildings,” Tech. Rep., National Renewable Energy Laboratory (NREL), Golden, Colo, USA, 2012.

8 C.Mercier and L.Moorefield, “Commercial office plug load savings and assessment,” Final Report, ECOVA and the California Energy Commission’s Public Interest Energy Research Program, 2011, http://www.efficientproducts.org/reports/plugload/

9 Крюков В.В. Информационно–измерительные системы. Учебное пособие. – Владивосток: ВГУЭС, 2000. – 102 с.

10 http://gete.ru Maxim's Application Note 763 (январь 2001 года), пер. И.Н. Бирюков.http://www.gaw.ru Руководство по эксплуатации ППКОП 01040510119–16/256–1

11 http://konvir.ru

12 http://ru.wikipedia.org/wiki

13. ГОСТ 20.39.108–85 «Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора»

14 Леухин В.Н., Павлов Е.П. Разработка лицевой панели радиоэлектронного устройства: Учебное пособие. – Йошкар – Ола, МарГТУ, 1998. –98с.

15. http://manometer–ufa.ru

16. Каленкович Н.И. Механические воздействия и защита радиоэлектронных средств. – М.: Радио и связь, 1993. –326с.

17. Леухин В.Н., Павлов Е.П. Проектирование функционального узла ив печатной плате: Учебное пособие. – МарГТУ. 1996. –90с.

18. Захаров Ю.В. Управление качеством и надежность электронных средств: Учебное пособие. – Йошкар–Ола: МарГТУ, 2002.–80с.

19. Черняк СЛ. Справочная книга по светотехнике – М.: Энергоатомиздам, 1983. – 472 с.

20 Жандаулетова, Ф. Р. Охрана труда : учебник для вузов / Ф.Р. Жандаулетова, Т.Е. Хакимжанов, Т.С. Санатова; МОН РК, НАО АУЭС. – Алматы : АУЭС, 2019. – 399 с.

21 ҚР ҚН 2.04–ХХ–2011. «Табиғи және жасанды жарықтандыру», «ҚазҒСТҚСИ» РМК. – Астана, 2011.

22 ГОСТ 12.1.009–2009 «Электрқауіпсіздігі». Мәскеу гигиена ҒЗИ. Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Ресей 2009.

23 Павлов Е.П., Санникова И.Т. Основы проектирования электронныхсредств: Курс лекций. – Йошкар–Ола: МарГТУ, 2004.–308с.

24 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методическиеуказания для выполнения экономической части выпускной работы. –Алматы: 2009. –19 с