

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Инфокоммуникациялық технологиялар кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж.  
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «Ақылды үй» қазидасын жүзеге асыру үшін сынып қатынауды ұйымдастыру

5B071900–Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы бойынша

Орындаған Абрахам Азамат СТЖК-12-05  
(аты-жөні) (тобы)

Жетекші аға оқытушы Мухамеджанова А.Д. [қолы]  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қолы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

К.э.н., профессор Бақышев Бақкен Бақышев  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
[қолы] «11» мамыр 2016 ж.  
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Б.з.к., аға оқытушы Мұстафин Жайрам Таббасов  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
[қолы] «18» мамыр 2016 ж.  
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:

аға оқытушы Мухамеджанова А.Д.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
[қолы] «31» мамыр 2016 ж.  
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: аға оқытушы Мухамеджанова А.Д.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
[қолы] «31» мамыр 2016 ж.  
(қолы)

Пікір жазушы: «Astel АҚ» Сынып қатынауды сектор ике. Ибрагимов А.А.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
[қолы] «31» мамыр 2016 ж.  
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті  
Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы  
Инфокоммуникациялық технологиялар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Абдрахман Азамат  
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы "Ақырғы үй" қазинасын жүзеге асыру үшін сынысқа қатынастау ұйымдастыру

ректордың «19» қаңтар 2015 № 148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 25 » мамыр 2016 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері):

PAGE - SIZE - Flash Memory микроконтроллерінің бет өлшемі  
MEM - SIZE - Flash микроконтроллерінің жадының көлемі  
KEY 1 - Шифрлеу кілтіннің бірінші бөлімі  
KEY 2 - Шифрлеу кілтіннің екінші бөлімі  
KEY 3 - Шифрлеу кілтіннің үшінші бөлімі  
INITIAL - VECTOR - Шифрлау алгоритмін инициализациялау  
SIGNATURE - Әрбір пакетпен бірге жүретін жазылу

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Кіріспе  
1. Ақырғы үй  
2. ZigBee технологиясын сынысқа жемілерде құруды пайдалану  
3. Есептеу бөлімі  
4. Ақпараттық қауіпсіздігі  
5. Бизнес жоспар  
Қорытынды  
Қоскартулар тізімі  
Әдебиеттер тізімі  
Қосымша А, Б



Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі:

ZigBee технологиясының мүмкіндіктерін қарастыру және осы технология көмегімен "Ақылды үй" қатыдасын жүзеге асыру  
Сынғау байланыс  
Жеңіл архитектурасы  
Құрау - жабдығы  
ZigBee модулінің техникалық сипаттамалары  
Жобаланатын жеңіл сұлбасы  
Есептеу бөлімі  
Жоба өлшемдік құны

#### Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Баранова Е., "IEEE-802.15.4 и его программная настройка ZigBee 2007
2. Соколов М., "Программно-аппаратное обеспечение беспроводных сетей на основе технологии ZigBee/802.15.4", электронные коммуникации 2004 г. № 12
3. Джердан Б. Числовые ячейки сети, 2004 г.
4. Smith Z. ZigBee поддерживает беспроводные сети, Computer world, 2004 г.

#### Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
ЭКОЛОГИЯ	Валеев И.	18.3-11.05.16	Иванов
Әмір тіршілік қаз	Мустафина К.Т.	22.3-18.05.16	Мух
БТ	Мухамеджанова А.Д.	31.05.16	ОБЗ
ЖК	Мухамеджанова А.Д.	31.05.16	ОБЗ
ТЕХН. БӨЛІМ	Мухамеджанова А.Д.	15.12.15-25.05.16	ОБЗ

ДИПЛОМ жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
	Кіріспе	10.02.2016	Орындалды
1	Ақылды үй	12.02.2016	Орындалды
1.1	Ақылды үй жүйесі	15.02.2016	Орындалды
1.2	Ақылды үйдің міндеттерін қою	18.02.2016	Орындалды
1.3	Жүйенің типтері	22.02.2016	Орындалды
1.4	ZigBee спецификациясы	25.02.2016	Орындалды
2	ZigBee технологиясын таныту	29.02.2016	Орындалды
2.1	ZigBee технологиясы және IEEE802.15.4	04.03.2016	Орындалды
2.2	ZigBee технологиясы	08.03.2016	Орындалды
2.3	Хаттамалар	11.03.2016	Орындалды
3	Есептеу бөлімі	17.03.2016	Орындалды
3.1	Ақылды үй жүйесін ұйымдастыру	25.03.2016	Орындалды
3.2	Сығармалық жер ету аймағы	30.03.2016	Орындалды
3.3	Шұғыл есептеу	05.04.2016	Орындалды
3.4	Женілді жүйесін есептеу	08.04.2016	Орындалды
4	Әмір тіршілік қауіпсіздігі	12.04.2016	Орындалды
4.1	Еңбек мартымен тапдау	13.04.2016	Орындалды
4.2	Ақылды өмірлік есептеу	15.04.2016	Орындалды
4.3	Жарықтандыру есептеу	20.04.2016	Орындалды
4.4	Жасанды жарықтандыру	22.04.2016	Орындалды
5	Жобаның бизнес жоспары	26.04.2016	Орындалды
5.1	Инновациялық-инвестиция	12.05.2016	Орындалды
5.2	Финанстық жоспар	25.05.2016	Орындалды
	Қорытынды		
	Әдебиеттер тізімі		

Тапсырманың берілген уақыты «15» желтоқсан 2015ж.

Кафедра меңгерушісі \_\_\_\_\_ т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.  
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі \_\_\_\_\_ Мухамеджанова А.Д.  
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент \_\_\_\_\_ Абрахам Азамат  
(қолы) (аты - жөні)

## **Аннотация**

В данном дипломном проекте основой является организация беспроводной сети в Коттедже в престижном районе города Алматы на основе IEEE 802.15.4.

В основной части были сделаны выбор оборудования и расчеты с учетом всех характеристик выбранного оборудования. Проведен расчет параметров с помощью программы Delphi и организация концепции "Умный дом".

В отделе жизни безопасности были выбраны вентиляторы и расчет воздухопропускаемость. сечение канала и вентилятора. А также были проведены расчеты освещения и искусственного освещения и был создан бизнес-планы.

## **Abstract**

In this thesis project is the basis for the organization of the wireless network in a cottage in the prestigious district of the city of Almaty on the basis of IEEE 802.15.4.

The main part was made obarudovaniya selection and calculations, taking into account all the characteristics of the selected equipment. The calculation parameters with Delphi program and the organization of the concept of "smart house.

In the department of safety of life were chosen fans and calculation vozduhopropuskaemost. section of the channel and the fan. As well as calculations of lighting and artificial lighting was created business plans were carried out.

## **Андатпа**

Бұл дипломдық жобада Алматы қаласының престижді ауданының коттедж үйінде IEEE 802.15.4 технологиясы негізінде сымсыз желіні ұйымдастыру негіз болып табылады.

Негізгі бөлімде жабдықты таңдау және таңдалған жабдық сипаттамаларын ескере отырып есептеу жүргізілді. «Ақылды үй» жүйесін ұйымдастыру және параметрлерді Delphi бағдарламасы көмегімен есептеу жүргізілді.

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде ауаөткізгішті есептеу және желдеткішті таңдау жүргізілді. Сонымен қатар жарықтандыру мен жасанды жарықтандыруды есептеп, бизнес жоспары құрылды.



## Мазмұны

Кіріспе	7
1 Ақылды үй	8
1.1 Ақылды үй жүйесі	8
1.2 Ақылды үйдің міндеттерін қою	9
1.3 Жүйенің типтері	11
1.4 Жүйені енгізу	11
1.5 ZigBee спецификациясы	14
1.6 ZigBee архитектурасы	15
1.7 ZigBee дің адрестелуі	16
1.8 ZigBee пакетінің құрылымы	19
2 ZigBee технологиясын сымсыз желілерді құруда пайдалану	21
2.1 ZigBee технологиясы және IEEE 802.15.4 архитектурасы	21
2.2 ZigBee топологиясы	34
2.3 Хаттамалар	37
2.4 Құрылғының сәйкестігі, профилдер, кластерлер	39
2.5 Шифрлау алгоритмі	40
3 Есептеу бөлімі	46
3.1 Ақылды үй жүйесін ұйымдастыру және параметрлерді есептеу	46
3.2 Сигналдың әсер ету аймағын есептеу	49
3.3 Шуды есептеу	53
3.4 Желі шығынын есептеу	54
3.5 Delphi бағдарламасы көмегімен параметрлерді есептеу	56
3.6 Бағдарламада есептелуі	57
4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі	61
4.1 Еңбек шартын талдау	61
4.2 Ауаөткізгішті есептеу және желдеткішті таңдау	65
4.3 Жарықтандыруды есептеу	71
4.4 Жасанды жарықтандыруды есептеу	73
5 Бизнес-жоспар	76
5.1 1 Инновациялы-инвестициялық менеджмент және оны ұйымдастырудың мәселелері мен тиімділігі	76
5.2 Финанстық жоспар	77
5.3 Капитал шығындар	77
5.4 Пайдалану шығындары	79
Қорытынды	83
Әдебиеттер тізімі	84
Қосымша А Плагиат туралы анықтама	
Қосымша Б Дипломдық жұмыс электрондық нұсқасы және видеоматериалдар	
Қосымша Г Үлестірім материалдары	

## Кіріспе

Бүгінгі таңда 2.4 ГГц диапазон көптеген мәліметті өзара тарату стандартын бөледі: Wi-Fi, Wi-MAX, Bluetooth, Wireless USB, ZigBee, Home RF и т.б. Осыған орай, әрбір стандартқа чиптер өндіріледі.

Чиптің бағасының арзандығын және технологияны игеру жылдамдығын, энергия тұтынуы төмендігін, бөгеуілге тұрақтылығын және т.б. критерийлерді ескере отырып, ZigBee ең жақсы таңдау деп, айтсақ болады.

ZigBee үшін чиптерді белгілі Texas Instruments, Freescale, Atmel, STMicroelectronics, OKI фирмалары шығарады және т.б. Соның арқасында белгілі және де көп фирмалар шығаратынының арқасында оған қажетті қосымша құрылғылар бағасы төмен болады.

ZigBee – аз қуат көзін тұтынатын төменгі жылдамдықтағы сымсыз желі, торап саны көп, басқару жүйесіне арналған, бөлме ішіндегі жарықтану жүйесі, өнеркәсіптік қондырғылар паркін бақылайтын жүйе. ZigBee ді Wi-Fi құрылғысымен салыстыратын болсақ, мысалы, энергия тұтынуда нашар параметрлер көрсетеді, Bluetooth – көп тұтынады және дамымаған желілік құрылым, қарапайым радиочиптермен және радиомодемдермен істейді, жалпы ескерілген стандарттар мен спецификацияны пайдаланбайды.

Мысал ретінде, қарастырылатын үйде, 100 дейін сымсыз датчиктер мен атқарушы құрылғылар орналастырылады деп, жобалануда. Қаладағы 50000 үйге Wi-Fi технологиясын пайдалансақ, қаладағы энергия тұтыну 3.3 МВт қарып кетеді. 3 dBm ге дейінгі таратқышпен ZigBee ді пайдалануда және жалпы уақыт пайдаланудан 0.1% тік бар жоғы 150 Вт қана өседі.

ZigBee құрылғысы 2.4 ГГц, 915 и 868 МГц жиіліктерінде жұмыс істей алатындай, IEEE 802.15.4-2003 стандартына сай келу керек. Бірінші жағдайда, мәліметтерді беру үшін 16 арна пайдалануы мүмкін. (2405-2480 МГц жиілікте 5 МГц қадаммен). Бұл жағдайда, ақпарат алмасу жылдамдығы 250 Кбит/с ке жетуі мүмкін. 915 и 868 МГц жиіліктерде, жылдамдық 40 және 20 Кбит/с тең. Осы үш жиіліктік диапазон технологиялық және географикалық тұрғыдан таңдалған. 868 МГц жиілік Европада рұқсат етілген, 915 МГц жиілік Австралия мен АҚШта, 2.4 ГГц барлық жерде. ZigBee барлық жерде 128-биттік шифрлеуді ұстайды.

Бұл дипломдық жобада Алматы қаласының престижді ауданының коттедж үйінде IEEE 802.15.4 технологиясы негізінде сымсыз желіні ұйымдастырамыз

# 1 Ақылды үй

## 1.1 Ақылды үй жүйесі

Әрбір заманауи ғимаратта (үйде) сол немесе өзге дәрежеде, тұрмысты, жайлылықты, байланыс пен қауіпсіздікті қамтамасыз ететін, демалуға көмектесетін және толыққанды жұмыс ортасын құратын жабдықтардың сол немесе өзге дәрежеде, көп саны жұмыс істейді. Осы жүйелермен басқару ыңғайлылығы, олардың бір-бірімен интеграциясы, бірлесіп үйлесімді жұмыс істеу мүмкіндігі, сол арқылы жеке-жеке олардың әрқайсысының функционалдығын арттыру - осының бәрі осындай үйді, 'Ақылды үй' деп айтуға мүмкіндік береді! Сіз таң қалатын шығарсыз, бірақ барлығын басқаруға болады. Енді жарықты, дыбысты, сумен жабдықтауды, энергиямен жабдықтауды, қауіпсіздікті, климатты, үй кинотеатрын, байланысты, үй иесі қалауын ескере отырып, барлық үйі жүйелері келісімді жұмыс істейтіндей біріктіруге және бақылауға болады. Үйдің барлық инженерлік жүйелерінің бірыңғай бақылау орталығына біріктіру, осы тұжырымдаманы іске асыруға және өмірдің мүлдем жаңа сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Ақылды үйдің барынша жылы шырайлы интерфейсі күрделі инженерлік жүйелермен тіпті балаға да оңай басқаруға мүмкіндік береді. Тақтадағы батырмаға немесе сенсорлы тақтаның белгішені басу арқылы, сіз алдын ала бағдарламаланған жобасын іске қосасыз.

Ақылды үй` жүйесі жарықты басқару жүйелері, бейнебақылау жүйелері, өрт қауіпсіздігі жүйелері, жылыту жүйелері, желдету жүйелері, үй кинотеатры жүйелері, мультирумды қамтиды. Қала сыртындағы үйлер үшін ғимараттарды найзағайдан қорғау жүйелерін, суды тазарту, шатырлардағы қардың еру жүйелері және тағы басқаларын орнату мүмкін. Осылайша, Ақылды үй қызметкерлердің тұтас штатын ауыстыра алады. Ол, барлық тіршілікті қамтамасыз ететін жүйелерді керемет бақылайды. Бұл штаттан тыс жүктемелер немесе өзге де стандартты емес жағдайлар болдырмауға мүмкіндік береді.

Ақылды үй (ағыл. digital home) - жоғары технологиялық құрылғылардың көмегімен адамдардың өмір сүруіне ыңғайлы болу үшін ұйымдастырылған автоматтандырылған тұрғын үйдің қазіргі заманғы түрі. "Ақылды үй" ғимаратта болып жатқан нақты жағдайларды тани білетін және тиісті түрде оларға әсер ете алатын : жүйелердің бірі алдын-ала пысықталған алгоритмдер бойынша басқалардың мінез-құлқын басқара алатын жүйе деп түсіну керек. Интеллектуалдық ғимараттың негізгі ерекшелігі болып жекелеген кіші жүйелердің бірыңғай басқарылатын кешенге бірігуі жатады. "Ақылды үйдің" басқа өмірлік кеңістікті ұйымдастыру тәсілдерінен ерекшелінетін маңызды ерекшелігі мен қасиеті болып, адам бір бұйрық арқылы қалаған жағдайды белгілеген кезде, адам мен тұрғын кеңістіктің өзара іс-қимылының неғұрлым прогрессивті тұжырымдамасы, ал автоматика сыртқы және ішкі шарттарымен сәйкес белгілейді және барлық инженерлік жүйелер мен электр құрылғыларының жұмыс режимін бақылайды. Бұл жағдайда теледидар



қараған кезде бірнеше пультпен, жарықты басқару кезінде ондаған ажыратқыштармен, желдету және жылыту жүйелерімен басқару кезінде жекелеген блоктармен, бейнебақылау жүйесімен және дабылмен, қақпамен және тағы басқаларымен қолдану қажеттілігі жойылады. "Ақылды үй" жүйесімен жабдықталған үйде сценарийдің біреуін таңдап, қабырғалық батырмаға(немесе пультте сенсорлық панелде және т. б.) бір рет басу жеткілікті. Үйдің өзі үйде жайлылықты қамтамасыз ету үшін, барлық жүйелердің жұмысын сіздің қалауыңызға, тәулік уақытына, ауа райына, үйдегі сіздің лауазымыңызға, сыртқы жарықтылыққа және т.б. сәйкес орнатып береді. «Ақылды үй» терминін әдетте ғимараттың келесі жүйелермен біртұтас басқару жүйесіне интеграциялау жатады:

- жылыту жүйесі, желдету және ауаны баптау;
- өртті күзету сигнализациясы, үй-жайға кіруді бақылау жүйесі, судың, газдың ағуын бақылау;
- бейнебақылау жүйесі;
- байланыс желісін (оның ішінде телефон және ғимараттың жергілікті желісі);
- жарықтандыру жүйесі;
- ғимаратты электрмен қоректендіру жүйесі (- РАҚ, өнеркәсіптік ИБП, дизель-генераторлары);
- ғимаратты механикаландыру (қақпа, шлагбаумның ашылуы / жабылуы, сатыларды электр жылыту және т.б.);
- аудио -видеотехникамен, үй кинотеатрымен, мультируммен бір жерден басқару;
- телеметрия—жүйелер мен қашықтан бақылау;— объектінің IP-мониторингі - желі бойынша жүйелермен қашықтан басқару;

GSM-мониторинг - үйдегі (пәтердегі, кеңседегі, нысандағы) оқиғалар туралы қашықтан ақпараттандыру және үйдің жүйелерімен телефон арқылы басқару (кейбір жүйелерде, сонымен қатар, жоспарланған басқарушы әсерлер бойынша дауыстық нұсқаулықты, сондай-ақ іс-шараның қорытындысы бойынша дауыстық есептерді алуға болады).

Ақылды үйдегі электрондық-тұрмыстық құралдар үйдік Universal Plug'n 'Play біріктірілуі мүмкін — ортақ пайдалану желісінде шығуға мүмкіндігі бар желі.

## **1.2 Ақылды үйдің міндеттерін қою**

Бүгінгі күнге технологиялар үй автоматтандыруын компонентті салуға мүмкіндік береді – ақылды үйдің шын мәнінде қажетті функцияларды ғана таңдау. Модулдік құрылым құны жоғары емес жүйені құруға мүмкіндік береді.

Қазақстанда пайдаланылатын барлық технологиялар мен жүйелер Еуропа, АҚШ мен Қытайда дамыған және өндірілген. Негізгі айырмашылық көп миссиясы жүйелерінде және оларды іске асыру үшін олардың көзқара

көрінеді. Негізгі айырмашылық жүйелердің арналуында және олардың өткізуінің тәсілінде көрінеді. Еуропада:

- мақсаты: ең алдымен энергияны үнемдеу, тек содан кейін ғана жайлылық;

- тәсіл: ең жоғары біріздендіру;

- орнату: Еуропадағы жеке үйлер мен пәтерлерді автоматтандыру жобаларын әзірлеушінің өзі мен жүйелерді өндіруші дайындайды, орнатумен қатаң сызба бойынша жұмыс істейтін қарапайым, бірақ білікті монтаждаушылар айналысады. Қазақстанда:

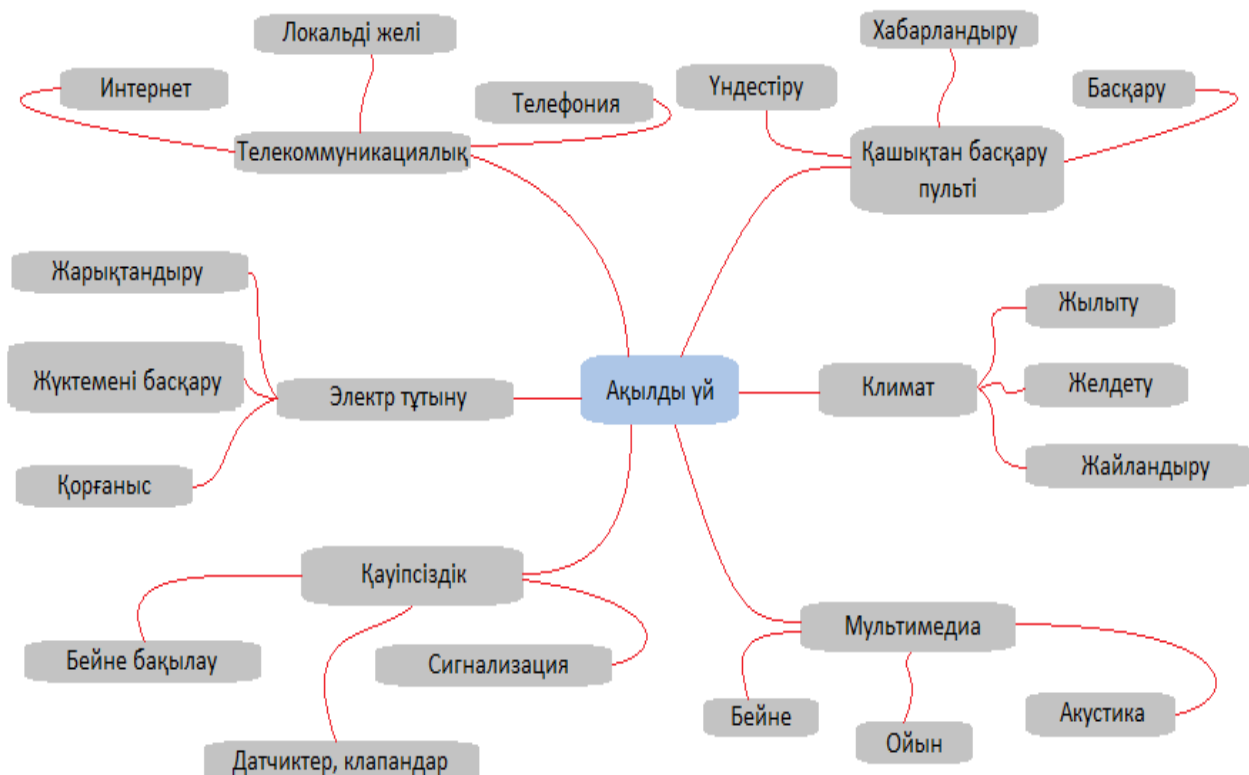
- мақсаты-жайлылық пен бедел (жоғары бюджеттік жобалар үшін); кейде GSM-хабарлау функциясы бар қарапайым өрт дабылы жүйесі (ең төменгі бюджеттерге);

- жеке қатаң тәсіл;

- орнату-орнатумен мамандар айналысады. Әдетте олар көптеген автоматтандыру жүйелерін өндірушілермен жұмыс істейді, бұл қойылған міндеттерді шешу үшін жүйені барынша оңтайлы таңдауға мүмкіндік береді. Бұл мамандар жобалаумен, монтаждаумен, сатумен және салынған ақылды үйді іске қосумен айналысады.

Ақылды үй жүйесінің бір-біріне бола алатын бірнеше белгілі бір функциялары бар. Бірақ егер бірнеше функциялары бар болса, онда неге оларды жүйеге байланыстырмасқа? Бұл ақылды үй жүйесінің негізгі ұраны.

1.1. –суретте жүйенің негізгі функциялары келтірілген.



1.1–сурет : Ақылды үй жүйесінің негізгі функциялары

### 1.3 Жүйенің типтері

Орталықтандырылған — барлық компоненттер өзара бірыңғай шинамен біріктірілген (мысалы EIB), жүйенің "басшысы" болып орталық бақылауыш немесе жүйенің ядросын құрайтын бірнеше бақылауыш тұрады. Мұндай жүйенің артықшылығы «ақылды үй» жүйесімен бір нүктеден орталық бақылау болып табылады. Ол өз кезегінде бұл жүйенің қауіпсіздігін мен сенімділігін қамтамасыз етеді. Осы технологияның кемшілігі - үлкен құны (көптеген жағдайларда ондаған есе көтерілген) болып табылады. Сонымен қатар, жүйені қолданыстағы ғимараттарда жүзеге асыру өте қиын, негізінен осындай түрдегі ақылды үй жүйесінің жобасы ғимараттың жобасымен бірге әзірленеді.

Орталықтандырылмаған – жалпы шиналар санында, топология және желі стандарттарында ешқандай орталық (классикалық мағынада) бақылауышы болмайды. Дәл осы түрі үйде пайдалануға жарамды, өйткені қымбат орталық бақылауыштары жоқ және бұл технология барлық осы ұсқынсыздықты бірыңғай жүйеге біріктіру үшін кез келген шиналарды пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл жүйенің артықшылықтары:

- конфигурациясының икемділігі;
- қарапайым жүзеге асыру;
- ауқымдылығы;
- жабдықтардың төмен құны.
- Кемшіліктері:
- басқару күрделілігі (үлкен ауқымда);
- теңшелімге қатты жұмыс істеу керек.

### 1.4 Жүйені енгізу

Әрине жүйені талап етілетін стандарттарға дейін жеке оның құрамдастарын жетілдіргенше, нөлден бастап салған оңай. Бірақ әрқашан бірден бәрін салу мүмкін емес. Сондықтан Ақылды үй жүйесінің бюджетті нұсқасын салу үшін ұзақ мерзімді жобаны әзірлеу керек және жүйені жүйеден кейін өз қолдарымен енгізу тиіс.

Мысалы, мультимедиа ойнатқышын сатып алдыңыз, кезекті инвестициялардың үлесті пайда болудан кейін сізде үй NAS пайда болды. Енді қосқыш сатып алып, жергілікті желі құру қажет. Содан кейін роутер пайда болады және осылардың барлығы Интернетке кіреді. Бірақ бұл үшін, іске асыру басталғанға дейін, ол желі қанша жүктеме шыдауы тиістігін білу үшін жүйенің соңғы жоспарын жасау қажет. Содан сіз белсенді желілік жабдықтарды таңдауда қателеспісіз.

Менің ойымша, электроника шығармашылық қабілеттілікті іске асырудың ең перспективті жолы. Сіз тәжірибе жүргізуіңізге, жаңа құрылғыларды дайындауға, алгоритмдер мен жұмыстың схемаларын ойластыруыңызға болады. Және бұл жүйені іске асырудың қорқынышты нарықтық құнына қарамастан, мұның бәрін өз бетіңізше, салыстырмалы аз

ақшаға үйде де орнатуға болады. Мұнда ынталану, білім мен аз ақша маңызды, бірақ ең бастысы-бұл сізге нақты не үшін қажет екенін түсіну.

Ақылды үйдің көптеген технологиялық шешімдері бар және олар негізінен жабдықты өндірушілерге байланысты болады. Технологиялар оның модульдерінің байланыс құралдарымен тығыз байланысты. Сондықтан, бірінші теориялық, Ақылды үй тұжырымдама технологиялары туралы мақалада ең маңызды сәтті толығырақ айту керек, атап айтқанда, желілік технологиялар туралы.

Менің ойымша, Ethernet және Wi-Fi технологиялық шешімдері туралы сіз естідіңіз, сондықтан, олар туралы егжей-тегжейлі айтып, алайда, олар көбінесе қолданатын стандарттарды атап өтейін :

10BASE-T - веб басқару интерфейсін көрсету және қысқа пәрмен жіберу үшін артық қажет емес, өйткені 10Mbit/c, бұлтты фишкалар өткізу (мысалы ENC28J60), шағын контроллер енгізіледі. Ал фишкалар өздері аз электр энергиясын тұтыну және схемасын олардың интеграциясын жеңілдетеді тек 12 істікшелі бар ғимараттарда жүргізіледі.

10BASE-T — негізінен өткізу қабілеті 10Мбит/с чиптер (мысалы ENC28j60) шағын бақылауыштардың ішіне енгізіледі, өйткені мұнда басқару веб-интерфейсін көрсету мен қысқа командаларды жіберу қажеті жоқ. Ал, чиптер өздері электр энергиясын аз тұтынады және барлығы 12 қорытындысынан тұратын корпустарында жүргізіледі, бұл олардың сұлбада ықпалдасуын жеңілдетеді.

100BASE-TX- ең көп таралған Ethernet стандарты, бірақ, ол бірте-бірте Gigabit ығыстырып жатыр. 10Base-T сияқты байланыс үшін тек екі бұралған жұп қатысады. Негізінен ақылды үй сегментінің «мультимедиялық емес» жабдығын қосу үшін пайдаланылады.

1000BASE-TX — 1 Гигабит/с бұл мультимедиялық контентті беру үшін оңтайлы өткізу қабілеті болып табылады. Мұнда желілік кәбілдің барлық төрт жұбы да пайдаланылады. Негізінен барлық мультимедиялық құрылғылар жақын орналасқан және болат өзегі бар экрандалған кәбіл қажет емес.

Сымсыз технологиялар: Wi-Fi - IEEE 802.11(a, b, g, n) стандарттының негізінде өңделген Wireless LAN құрылғысындағы стандарт. Барлық белгілі стандарттар кері үйлесімді, ең көп таралғаны 802.11 b (11 Мбит/с) болып табылады, соңғы өткізу қабілеті 480Мб/с 802.11n спецификациясы 2009 ж 11 қыркүйекте бекітілді және Apple мен Cisco компанияларымен ұсталады. Жергілікті желіге мобильді құрылғыларды қосу үшін пайдаланылады.

Bluetooth – бұрын көк тіске үлкен үміт артқан ағынды бейне жіберу сияқты және т.б. Бірақ ол жылжымалы сымсыз интерфейстің разрядынан шыға алмады. Жылдамдығы 2.0, 2,1 Мбит/с спецификациясы ең көп таралған. Бұл мобильді құрылғылар арқылы "ақылды үй" жүйесін басқару жеткілікті болып табылады.

Wireless USB – өткізу қабілеті 480Мбит/с (3 метрге дейін, кейін 110 Mbit/s жүреді) қысқа қашықтыққа (10м дейін) деректерді жіберудің сымсыз технологиясы. Технология жаңа және едәуір қымбат (хаб 200 АҚШ доллары



және әрбір адаптері 100 АҚШ доллары болады), бірақ, ол әлі де «көк тіс» ағасынан перспективті болып табылады.

Wireless HD — 3 Гб / с ( 2.0-ден 10-28 Гб/с) дейін жоғары өткізу қабілетімен 30 м қашықтыққа (соның ішінде қабырғалар арқылы) HD Бейне жіберудің сымсыз технологиясы. Айтпақшы, бұл функцияны Wi-Fi негізінде 100 ш.б. бағасымен Intel жүзеге асырды. Дегенмен, әзірше осы технологияны ноутбуктердің иелері ғана пайдаланады.

Infra Red — командаларды инфрақызыл диапазонда жіберу. Қарабайырына қарамастан бірқатар мынадай артықшылықтары бар: іске асыруының оңайлығы және құны төмен болуы. тұрмыстық техниканы басқару үшін пайдаланушылар мен бақылаушылар қолданады.

Радиожилікті байланыс — кейбір датчиктер және пульттермен байланыс үшін, сондай-ақ әр түрлі жиілік диапазондарында дауыс (радио түтіктер, домофондар) жіберу үшін пайдаланылады.

Арнайы технологиялар: Біз деректерді жіберудің жалпы және бізге танымал технологияларын қарастырдық, енді, «ақылды үй» тұжырымдамасының ерекшеліктеріне және оның бақылаушының (немесе тіпті жеке микросхемалар) датчиктер мен атқарушы құрылғылармен байланысын қамтамасыз ететін "жүйелік шиналарды" қарастырайық.

RS-485 - UART қабылдаушы-таратушы бойымен байланыстың физикалық деңгейі. Жіберу бір (62,5 кбит / с, 1200 м) немесе екі (2400 кбит / с, 100 м) бұралған жұптар бойынша асырылады. Бір жағынан стандарт жіберудің хаттамаларын жала жаппайды, негізінде микробақылаушының командаларын жіберу жүргізіледі. Бұл жерде жылдамдық маңызды емес және жіберу үшін жиі бір бұралған жұпты(жиі екіншісі бойынша бақылаушытан соңғы нүктесіне жеткізу үшін 12В жібереді) пайдаланады. 62,5 Кб/с стандартына сәйкес 1200 м сегментте 32 қабылдаушы- таратушыға дейін орналаса алады. Сонымен қатар желіде магистральдік күшейткіштерді ескере отырып, 250 құрылғыдан аспайтындай пайдалануға болады.

X10 —үй автоматтандыру жүйелерінде электрондық құрылғылардың байланысы үшін қолданылатын халықаралық ашық индустриялық хаттама. Модульдердің байланысы үшін жиілігі 120 кГц және ұзақтығы 1мс жоғары жиілікті импульспен командалар пакеттері жіберілетін электр желісі пайдаланылады. Сондай-ақ, 310 МГц жиілігіндегі радиоарна пайдаланылуы мүмкін. x10 Пакеті білдіреді:

- 4 бит — үйдің мекен-жайының коды;
- 4 бит — модульдің мекен-жайының коды;
- 4 бит — команда.

Яғни, жалпы желіде 256 мекен-жай бар (үй коды, модульдің коды). Жабдықтар мен байланыс желілерінің (мұнда олар мүлдем қажет емес) төмен құнына қарамастан, төмен жылдамдығы (бір дестені жіберуге 3/4 секунд) және электр желісінің сапасына жоғары талаптар салдарынан X10 барған сайын сирек пайдаланылады. Ол негізінен жарықтандыру және электр жүктемелерін басқару үшін пайдаланылады.

Z-Wave - Zensys компаниясынан радиоарна бойынша 868, 42 МГц жиілікпен командаларды жіберуге негізделген сымсыз желі. Осы желінің өткізу қабілеті 9600 бит/сек немесе 40 кбит/с құрады, желіге 232 құрылғыға дейін кіру мүмкін. Бұл технологияның артықшылығы, оның таралуы болып табылады. Оны бүгінгі күнге 160-тан астам өндірушілер қолдап отыр. Z-wave желісі Mesh-желіні білдіреді, яғни желінің түйіндерінің бәрі конфигурациясына байланысты, маршрутизатор және ретранслятор ретінде әрекет ете алатын кластерлер болып табылады.

Z-Wave Mesh-желісі екі түрлі үлгідегі тораптардан тұрады:

- controllers, маршрутизацияны жүзеге асыра алады;
- slave, командаларды қабылдай, орындай және жібере алады, бірақ маршрутизатордың функцияларын орындай алмайды, алайда slave құрылғылары ретранслятор бола алады.

Mesh архитектурасы Z-wave желісін ауқымды және бастартуға төзімді етеді. Нарықта жеткілікті арзандау және қол жетімді Single Chip (бақылауыш және жадыдан тұратын плата) Z-wave-тің модулі болып табылады. Технологияны жарықтандыруды бақылау, климат жүйелерін және қауіпсіздік жүйелерін бақылау үшін пайдаланады.

ZigBee — өткізу қабілеті 250 Кбит/с (2,4 МГц жиілікте) дейінгі , 64-биттік жолдамасымен (жоғарыда аталғандардан тиімді ерекшеленеді) ең жас және перспективалы сымсыз желі. Сигналдың қашықтығы 10 мен 100м аралығын құрайды. Осы технологияны (сонымен қатар Bluetooth) WPAN желілерге (Wireless Personal Area Network ) жатқызады, яғни бұл желілер желінің әрекет радиусы шағын болған кезінде төмен энергия тұтынуды талап ететін қосымшалар үшін пайдаланылады. Үй автоматтандыруы және қауіпсіздік жүйелерінде қолданылады.

Көріп отырғанымыздай, ақылды үйде сымсыз технологиялар сымды технологияларға қарағанда аздап басым болады. Әрине барлығы алдымен қымбат кәбілді сатып алуға ерінеді (орташа FTP бухта 2- жұбымен сыртқы төсем үшін 114 ш.б , ал ішкі жұмыстар үшін 4- жұбымен 60 ш.б құрайды), содан кейін, еденде перфоратормен өткізеді. Бірақ, сымсыз технологиялармен да бүлдіруге болады.

### **1.5 ZigBee спецификациясы**

Спецификация үнемі жетілдіріле даму үстінде. Жақында [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org) сайтында адресациялау мен маршрутизацияның қосымша сұлбаларымен ZigBee 2006 спецификациясы жарияланды, бұдан әрі ZigBee технологиясына динамикалық ауысым жиілігін (қазір жиілікті арнаның ауысымының спецификация рәсімі айрықша және пайдаланушы ғана бастамашылық етіледі) және т. б. енгізу жоспарлануда.

Сондықтан, 2004 жылғы спецификацияның ашық бастапқы коды бар бекітілген релизінің ерекшелігін қарастырамыз.

ZigBee спецификациясы өте қалыптастырылған және осынысымен өз бағдарламалық іске асыру мен тестілеуді жеңілдетеді, бірақ бұл кезде құжат

көлемі өте үлкен болады. IEEE 802.15.4 стандартқа тиісті ZigBee спецификациясының беттер саны 1000 нан астам болады.

Спецификация терминологиясы ерекше, ол қандай да бір программалау тілінен тәуелсіз абстрактті стильде сақталады. Бірақ, мақалада C тілінде әзірлеу түсіндірілгендіктен, мазмұндамада спецификация терминдерін C тілінде олардың көріністеріне ауыстыру құқығын өзіне қалдырады, ал, бағдарламалауда оннан солға қарай қабылданғандай биттердің нөмірлеуін келтіру.

Кластер (cluster), атрибут (attribute) және примитив (primitive) терминдерін қолдану ерекше назар аудартады. Кластер терминін екі мағынада кездестіруге болады. Біріншісі – өзіне тән жинақталған желі тораптарының атауы, екіншісі- атрибуттардың тобы. Атрибут – бұл бағдарламаның ішкі күйін немесе сигналдарды сыртқы перифериясын көрсететін, бағдарламалық іске асыруда айнымалы, мән, параметр және т. б. Сонымен қатар кластерлеудің кірісі болуы мүмкін болып табылады, жазба немесе шығысына ғана айнымалылар бар. Әрі кластерлер кірістік болуы мүмкін, яғни құрамында тек жазу үшін айнымалылары бар, не шығыстық, яғни құрамында оқу үшін айнымалылары бар.

Примитив термині ZigBee спецификациясына IEEE 802.15.4 стандартынан келді және бұл C ны іске асыруға, бұл жай ғана ғаламдық құрылымы бірдей деңгейде шақырушыға толтырылған және функциясының басқа деңгейге туындаған индексі бойынша берілетін декларациялануы мүмкін, басқа ZigBee дестесін бір деңгейге берілетін командалық идентификаторы бар деректер құрылымының бір түрі болып табылады.

## **1.6 ZigBee архитектурасы**

Сонымен ZigBee стегінің архитектурасын спецификация анықтайды. Стек - бұл 1-суретте келтірілген OpenSystems Interconnection (OSI) 7-деңгейлік моделінің талаптарына сай қабаттардың құрылымы.

Әр қабат, өзіне тән қызметтер үшін спецификалық жинақтан немесе жоғарғы қабаттардан шақырылатын сервистерден тұрады. C тілінде бұл көбіне жекелеген бағдарламалық модульдер. Жария функцияларды терудің орнына, әдетте, модульде тек бір-екі көпшілік функциялар жүзеге асырылуда, бірақ, аргумент ретінде қабылдауға қабілетті әр түрлі деректер құрылымы идентификатор командаларымен бірге, ол деректермен не істеу керектігін анықтайтын функциялар. Осындай функциялардың күрделі құрылымын нәтиже ретінде береді. ZigBee спецификациясын есептегенде дәл осындай іске асыру стегіне жазылады. Онда көпшілік функциялардың әрбір қабатында сервиске қолжетімділік нүктесі- Service Access Point (SAP) деп аталады және жұптары бойынша тұрады: бір функциясы деректерді жіберу командаларын, басқасы басқару командаларын алады. Деректер құрылымдарының түрінде берілетін аргументтер примитивтер деп аталады және деректер типі мен құрылымдардың мүшелерін тағайындауын қоса алғанда егжей-тегжейлі

спецификациясын көрсетеді. Бірақ SAP және бір жария функция түрінде іске асыруға ешкім кедергі болып тұрған жоқ.

MAC және PHY деңгейлері ZigBee спецификациямен сипатталмайды, олардың сипаттамасы IEEE 802.15.4 – 2003 стандартында орналасқан. Расында, спецификацияда MAC деңгейін іске асыруға кейбір түсініктемелер беріледі. IEEE 802.15.4 стандарты өз уақытында өзі қысқа ауқымды желілерді қолдау үшін құрылғанын атап өткен жөн - Personal Area Network (PAN) нүкте-нүкте немесе жұлдызша құрылымымен, яғни, бастапқыда ZigBee спецификациясындағы желілер үшін әзірленбеді.

ZigBee спецификациясындағы шифрлау үш деңгейде көрсетілген: MAC, NWK және APS. Тиісінше осы деңгейлер пакеттеріндегі пайдалы жүктеме бір-біріне тәуелсіз шифрлануы мүмкін. Спецификация шифрлаумен қатар, сондай-ақ белгісіз тораптар желісіне қосылу мүмкіндік бермейтін аутентификация процедурасын анықтайды. Сондай-ақ, желіде басқарудың тәртібі мен шифрлау кілттерімен алмасу процедуралары анықталады [1].

### **1.7 ZigBee адрестелуі**

Стек сервистерінің құрамын жақсы түсіну үшін және ол не жұмыс атқара алатыны 2-суретте, ZigBee адрестелу құрылымы көрсетілген.

Әр түрлі ZigBee желілерінің бір жиілікті арнада бірге бірлескен өмір сүруі көзделетін болса, онда оларды ажырату үшін 16-биттік желінің (Personal area network ID, PAN ID)идентификаторы енгізілді

Барлық ZigBee модульдері бірегей 64 битті идентификатормен жабдықталады. Бірақ, осындай ұзын идентификаторды жіберу өте қиындау, және мұндай ұзындықты идентификатормен берілетін адрестердің ауқымы аз. ZigBee оны ұйымдастыру кезінде, желінің бірыңғай үйлестірушісі тағайындайтын қысқа 16-биттік желілік адресті құрылғы енгізіледі.

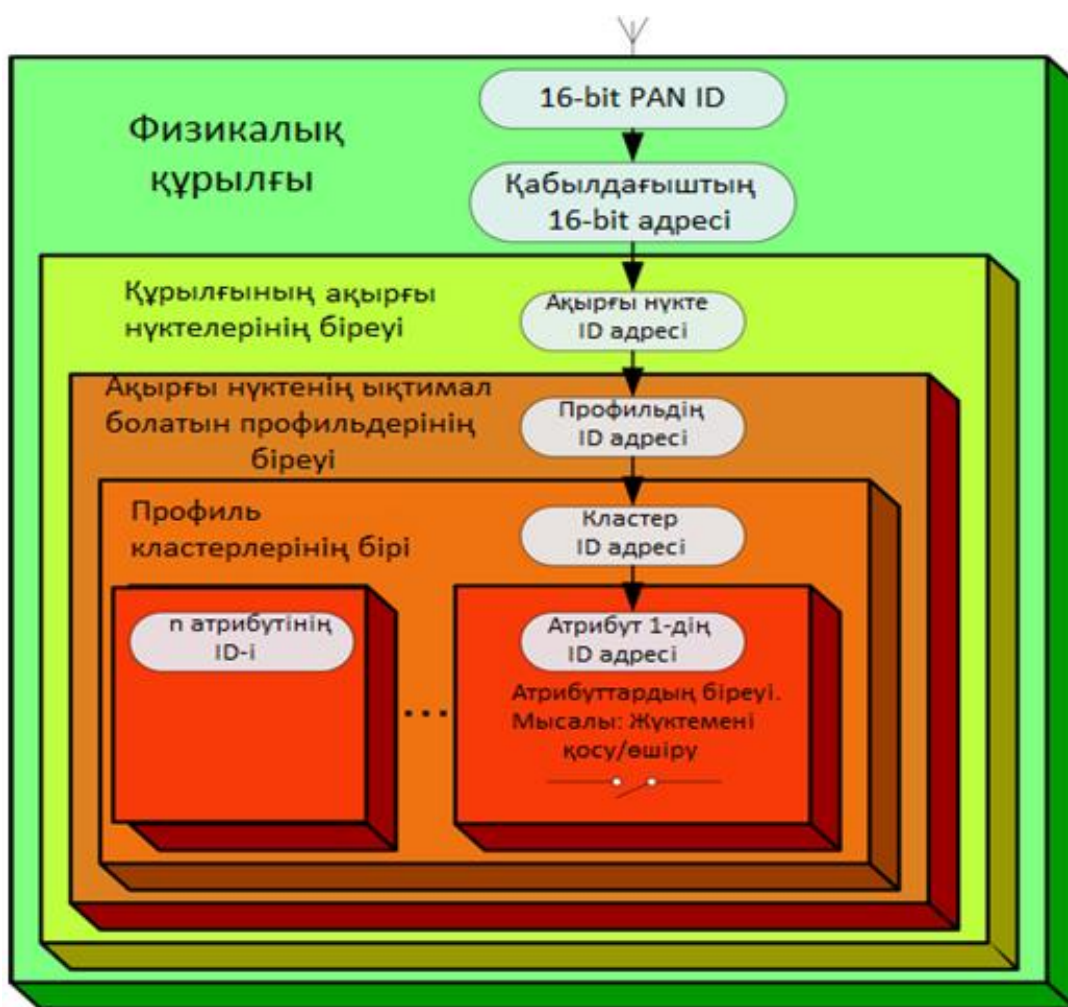
Спецификация бір-бірімен байланыспаған көптеген қолданбалы есептерді бір желімен шешуге мүмкіндік береді. Соңғы нүктедегі 8-биттік нөмірін пайдалану үшін арналған қосымшалары бойынша пакеттерін ажырату. Қосымшаларды кең мағынада түсіну керек, бұл жай ғана шаммен басқару немесе басқа типті желінің сыртқы шлюзіне деректерді жіберу арнасы немесе үй-жайлардың жылуын басқару және т. б. болуы мүмкін.

Әр түрлі өндірушілердің құрылғыларының толық үйлесімділігін қамтамасыз ету үшін және қосымшаның біртұтас үлестірілген шеңберінде олардың өзара іс-қимыл жасау қабілеті 16 биттік идентификатордың көмегімен дестелердегі кескіндердің ұғымы ажыратылады. Кескін техникалық параметрлер қатарын, олардың өнімдері осы кескінге үйлесімді болуы үшін өндірушілердің қатаң ұстануға тиіс хабарламалардың деректері мен форматының құрылымдары туралы келісімдерді сипаттайды. Өкінішке орай, ZigBee альянсы әзірге тек бір ғана стандартты көрінісі бар - бұл тұрмыстық жарықтандыруды бақылау көрінісі. Бірақ, жеке стандартты емес көріністер сондай-ақ, бірегей идентификаторлары болуы тиіс, сондықтан оларды таратумен ZigBee альянсы айналысады.



Кластерлер – кейбір абстракция, атрибуттер үшін контейнер. Кластерлер атрибуттар топтардың әкімшілігін жеңілдету мақсатында енгізілді. Мысалы әрқашан атрибуттерді атағанша, оның орнына кластер нөмірін пайдалана отырып, жай ғана оларға сілтеме жасауға болады. Кластерлерді төменде сипатталатын біріктіру технологияларда және жанама адресациялауда қолданады. Кластердің идентификаторының ұзындығы 8 бит болады. ZigBee желісіндегі торлық маршруталудың мысалы 1.4 суретте көрсетілген.

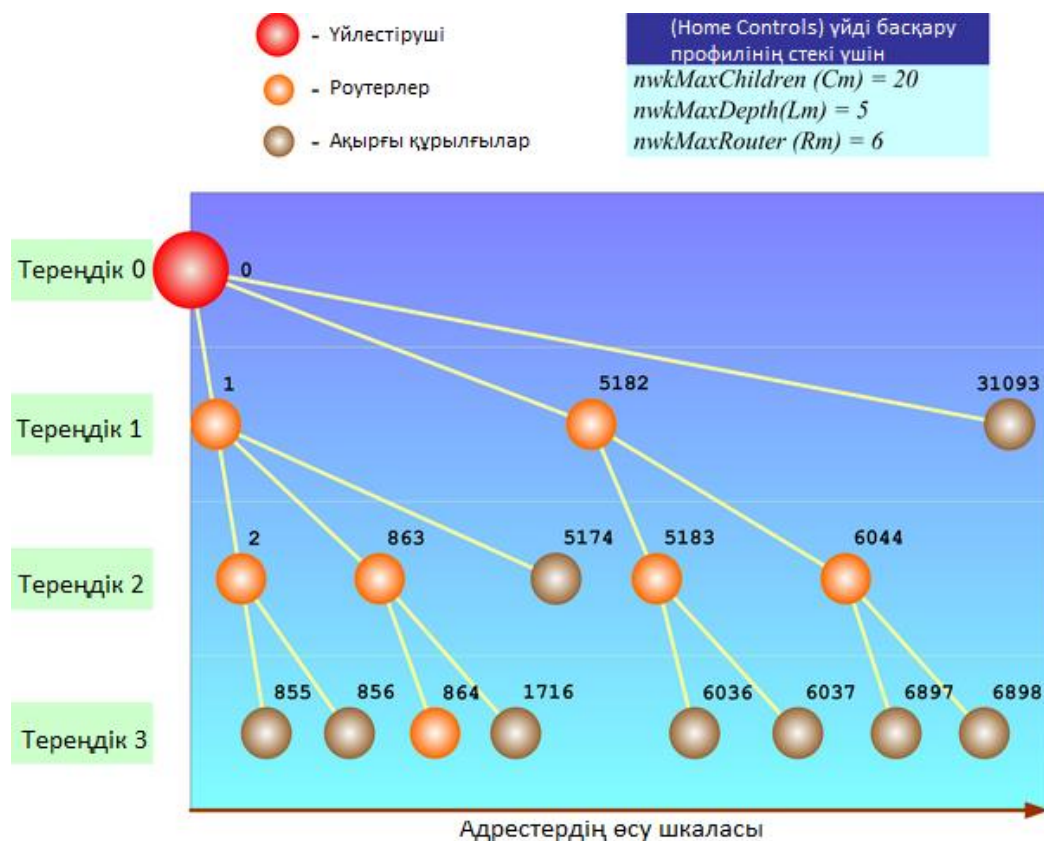
Саяхаттың ақыры соңғы нүктесі – атрибут. Суреттен көретініміздей, кейде оның мағынасы айқын болады.



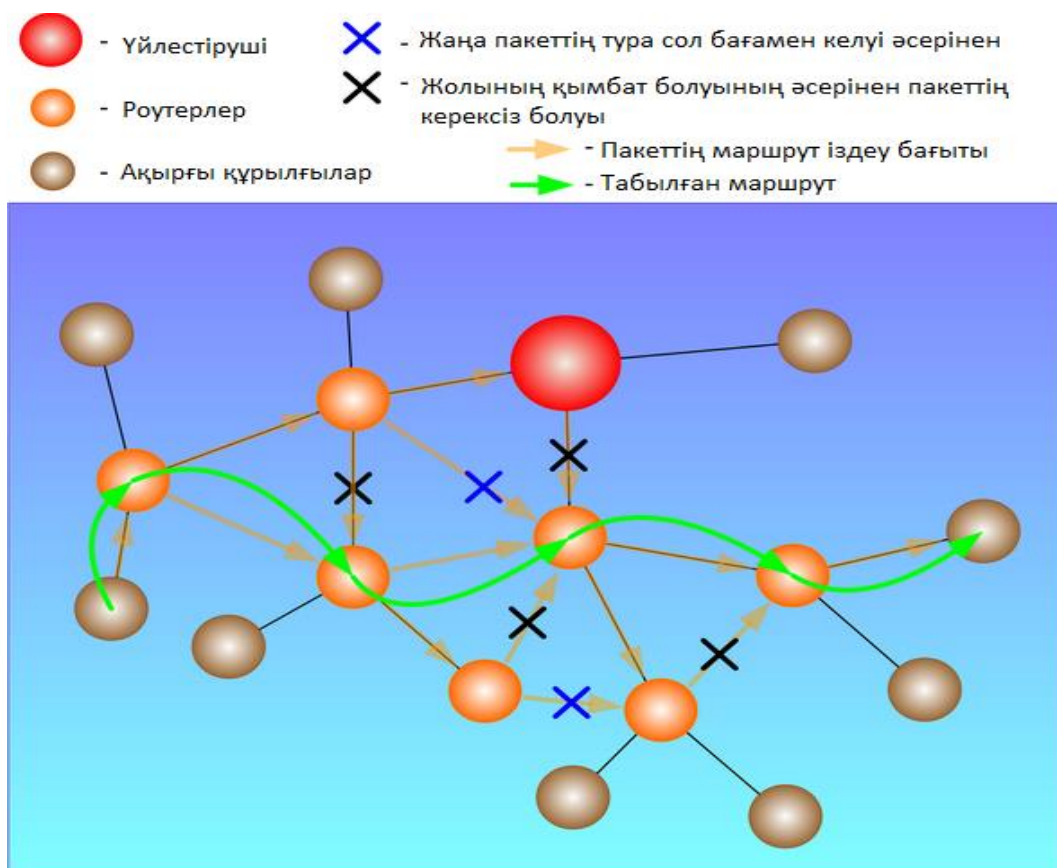
1.2сурет - ZigBee адрестелу құрылымы

Сипаттамасы IEEE 802.15.4 – 2003 стандартында орналасқан.

Спецификацияда MAC деңгейін іске асыруға кейбір түсініктемелер беріледі. IEEE 802.15.4 стандарты өз уақытында өзі қысқа ауқымды желілерді қолдау үшін құрылғанын атап өткен жөн. Спецификация бір-бірімен байланыспаған көптеген қолданбалы есептерді бір желімен шешуге мүмкіндік береді. Соңғы нүктедегі 8-биттік нөмірін пайдалану қажет [2].



1.3 сурет - Әкімшілік құрылымы мен ZigBee желідегі адрестелу үлгісі



1.4 Сурет - ZigBee желісіндегі торлық маршруталудың мысалы

## **1.8 ZigBee пакетінің құрылымы**

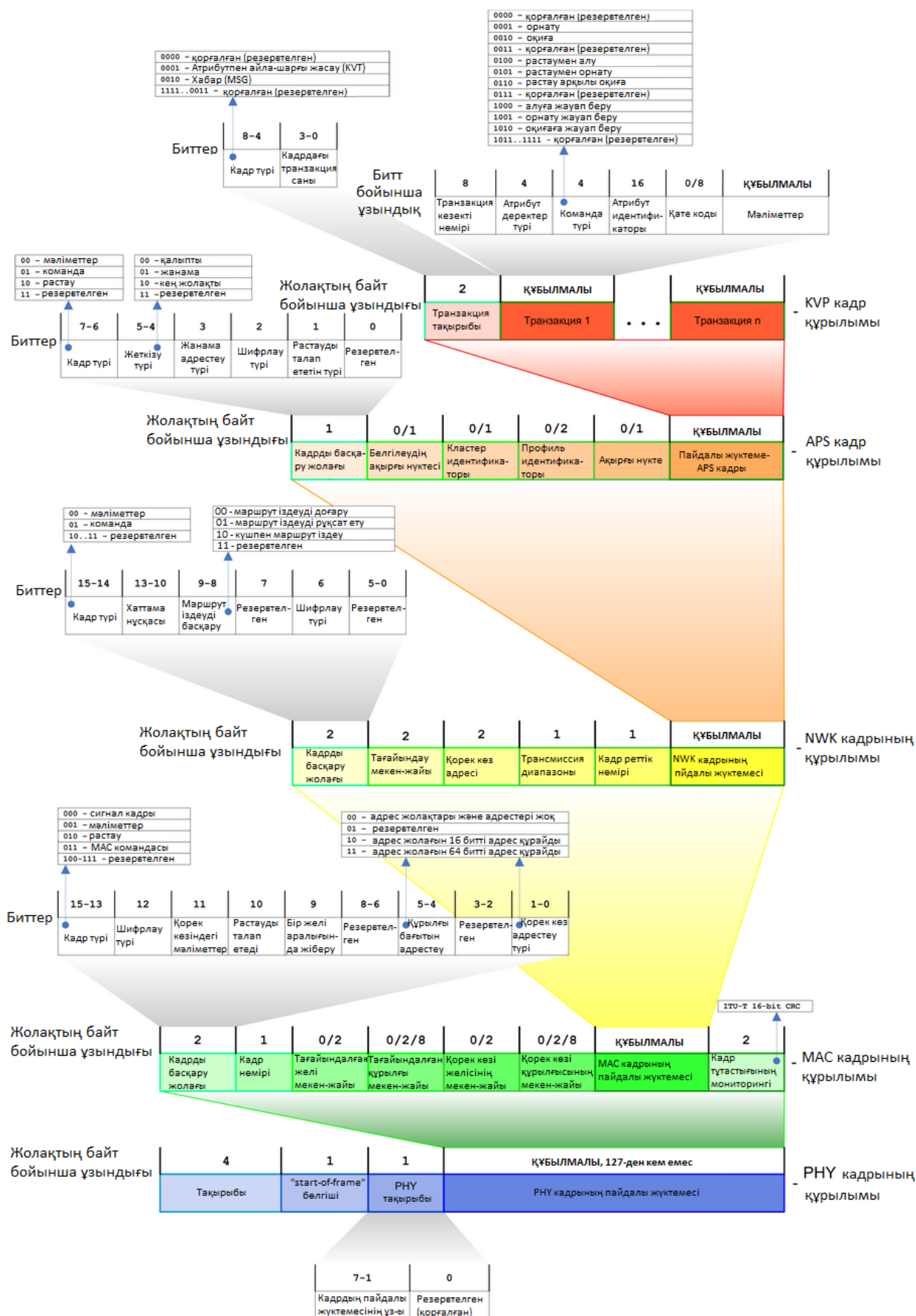
ZigBee стек пакеттік құрылымы 1.5 суретте көрсетілген. Әрбір стек деңгейі деректерге қызметтік ақпаратпен өз тақырыбын қосады. Суретте деректердің атрибуттермен күрделі іс-әрекеттер жасау үшін арналған қолдану деңгейіне бағыттау кезіндегі пакеттердің жалпылама құрылымы көрсетілген. Желідегі барлық пакеттердің деректерді қолдану деңгейіне жеткізуі тиіс емес және пакеттер қолдану деңгейіне суретте көрсетілгенге қарағанда өзге форматта APS пайдалы жүктемесімен жеткізілуі мүмкін. Мысалы, MSG хабарламасын жіберу кезінде. Бірақ ZigBee пакеттерінің, форматтарының кешенділігі туралы жалпы көріністі сурет береді. Қорытындылай келе, деректерді жіберу кезіндегі пакеттегі барлық стектегі қосымша қызметтік ақпарат 33 байтты құрайды. Сонда пакеттегі қолдану деңгейіндегі деректер үшін 100 байт қалады. Атрибуттардың өз мәндері үшін атрибуттарды жіберу кезінде одан да аз орын қалады, өйткені атрибуттарды жіберу кезінде пайдаланылатын KVP кадр қосымша көптеген қызметтік өрістер енгізеді. KVP (keyvaluepair) кадры атап айтқанда ZDO стегінің деңгейімен қолданылады.

## **1.9 Тапсырманың қойылымы**

Бұл дипломдық жобада Алматы қаласының престижді ауданының котежді үйінде IEEE 802.15.4 технологиясы негізінде сымсыз желіні ұйымдастыру үшін келесі сұрақтарды қарастыру керек:

- жабдықты таңдау және таңдалған жабдық сипаттамаларын көрсету;
- «Ақылды үй» жүйесін ұйымдастыру және параметрлерді есептеу;
- Delphi бағдарламасы көмегімен параметрлерді есептеу.

Сонымен қатар, өміртіршілік қауіпсіздігі мәселелерін қарастыру және жобаның бизнес жоспарын құрау.



1.5 сурет – ZigBee пакеттерінің құрылымы



## **2 ZigBee технологиясын сымсыз желілерді құруда пайдалану**

### **2.1 ZigBee технологиясы және IEEE 802.15.4 архитектурасы**

ZigBee® – бұл деректерді жинау және бақылау жүйелеріне арналған сымсыз байланыстың ашық стандарты. ZigBee технологиясы батарея және ұялы тораптар қолдауымен, өзін-өзі ұйымдастыра алатын және өзін-өзі қалпына келтіретін хабарларды автоматты түрде ретрансляциялай алатын сымсыз желілерді құруға мүмкіндік береді.

ZigBee термині зигзагты еске салатын билейтін аралардың қозғалысымен байланыстырылып туындаған, олар солай ақпараттарымен ауысады. Бұл стандарт – ZigBee Альянсына (<http://www.zigbee.org>) біріккен бірқатар компаниялардың бірлескен жұмысының нәтижесі. Стандарт арзан, аз энергия қамтитын, келісімді дұрыс және дербес жұмыс істейтін сымсыз сенсорлық желілерді әзірлеу үшін өз ерекшеліктерін ұсынады.

ZigBee ерекшеліктері:

- қолдайтын түйіндердің үлкен саны;
- өзін-өзі ұйымдастыру сенімділігі мен қабілеті;
- ұзақ (бір жыл немесе одан да көп) автономды қызмет ету мерзімі;
- құру оңайлылығы;
- арзан баға;
- қауіпсіздік;
- желілер мен тораптардың өзара алмасуын қамтамасыз ету
- пайдалану кең аумағы;
- жабдықтарды өндірушіден тәуелсізділігі.

ZigBee Wi-Fi және Bluetooth барлық жағдайға қолайлы емес екені белгілі болған кезде, яғни сонау 1998жылы кері ойластырылған болатын. ZigBee соңғысы секілді құрылғыларды жұптастыру үшін арналған, оның жұмыс істеу қаидасы сәл өзгеше болып табылады.

Қазіргі уақытта ZigBee технологиясы ғылыми-зерттеу зертханалары шеңберінен шығып және автоматтандыруды, өнеркәсіпте автоматты өлшеуіштерді оқуды, қауіпсіздік жүйелерін, басқару жүйелерін құруда, сымсыз сенсорлы желілер құру үшін іс жүзінде кеңінен пайдаланыла бастады.

ZigBee желілері деректер жіберуде салыстырмалы төмен жылдамдық кезінде пакеттік жеткізуді және берілетін ақпараттың қорғауды кепілдікпен қамтамасыз етеді.

2002 жылы құрылған ZigBee® Альянс, сымсыз желілер мен түрлі өндірушілердің құрылғыларды өзара тиімді хаттамаларды дамыту мақсатында біріккен компаниялардың (300-ден астам) қауымдастығы болып табылады.

IEEE 802.15.4 және ZigBee арасындағы ынтымақтастық IEEE 802.11мен Wi-Fi альянсы арасындағы болғанға ұқсас. ZigBee 1.0 спецификациясы 2004 жылдың 14 желтоқсанында бекітілді және ZigBee альянсының мүшелері үшін қол жетімді болды. Одан кейін таяуда 2007 жылыдың 30 қазанында ZigBee 2007 спецификациясы жарияланды. ZigBee Басты автоматтандыру бейіні бойынша бірінші өтініш 2007 жылдың 2 қарашасында жариялады. ZigBee

өнеркәсіптік, ғылыми және медициналық (ISM-диапазондар) радиодиапазондарда жұмыс істейді: Еуропада 868 МГц, АҚШ-та және Австралияда 915 МГц және әлемдегі көптеген елдерде 2,4 ГГц (бүкіл әлем бойынша юрисдикциялардың басым бөлігі бойынша). ZigBee технологиясы Bluetooth сияқты басқа да сымсыз жеке аймақ желілеріне қарағанда қарапайымдырақ және арзанырақ болуы үшін жасалған. ZigBee чиптері сатушылар Jennic JN5148, Freescale MC13213, Ember EM250, TexasInstruments CC2430, SamsungElectro-Mechanics ZBS240 және Atmel ATmega128RFA1 сияқты флэш жады өлшемдері 60К-128К аралығында болатын біріктірілген радио және микроконтроллерді сатады. Радионы сондай-ақ кез келген процессормен және микроконтроллермен бөлек пайдалануға болады. Әдетте чиптерді сатушылар, сондай-ақ ZigBee бағдарламалық қамтамасыздық стекін ұсынады, дегенмен, басқа да тәуелсіз стектер бар [3].

ZigBee 15 мс немесе одан кем уақытта қосыла алатындықтан (яғни ұйқы режимінен белсендіге көшу), ұйқы режимінен белсендіге көшу кезінде қалыптасқан кідіріс әдетте үш секундқа жететін Bluetooth-бен салыстырғанда жасырын қалпы өте төмен болуы мүмкін. ZigBee ұйқы режимінде көп уақыт болғандықтан, тұтыну қуаты өте төмен болуы мүмкін, осылайша батареялардың ұзақ өміріне қол жеткізіледі.

Стектің бірінші шығарылымы қазір ZigBee 2004 деп аталады. Стектің екінші стек шығарылымы ZigBee 2006 деп аталады және негізінен ZigBee 2004 «кластерлер кітапханасымен» бірге пайдаланылатын MSG/KVP құрылымын алмастырады. 2004 жылдың стегі қазір қолданыстан ақырындап шықты. Қазіргі уақытта, ZigBee 2007 стегі ағымдағы болып табылады, онда стектің 2 бейіні бар, №1 стек бейіні (жай ZigBee деп аталады) үйде және шағын бизнесте пайдалануға арналған және №2 стек бейіні (ZigBeePro деп аталады).

ZigBee (№1стек бейіні) оперативті және флэш жадысында аз орын алады, ал ZigBeePro көп рөлділік, көпбағыттылық және симметриялық кілттік алмасумен (SKKE) бірге жоғары қауіпсіздік сияқты көбірек мүмкіндіктерді ұсынады. Екі бейін де торлы топологиялы толық масштабты желі құруға мүмкіндік береді және ZigBee қолданысының барлық бейіндерімен жұмыс істейді.

ZigBee 2007 ZigBee 2006 құрылғылармен толық үйлесімді болып табылады. Сонымен қатар ZigBee 2007 құрылғысы ZigBee 2006 желісімен және вице-нұсқамен қосыла алады және жұмыс істей алады. Әр түрлі маршруттау опцияларына байланысты, ZigBeePro құрылғылары ZigBee 2006 немесе ZigBee 2007 желілерінің соңы құрылғылары (ZEDs) бола алмайды. Сол құрылғылара іске асатын бағдарламалар стектің бейініне қарамастан бірдей жұмыс істейді.

Бағдарламаның типтік аумақтары:

– басты ойын-сауық және бақылау - тиімді жарықтандыру, озық температуралық бақылау, күзету және қауіпсіздік, фильмдер және музыка;

– басты хабарлау - су және энергия хабарлағыштары, энергия мониторингі, түтін хабарлағыштары және өрт хабарлағыштары, ұтымды қол жеткізу және келіссөздер хабарлағыштары;

– мобильді көмектер- мобильді төлемдер, мониторинг және бақылау, қауіпсіздік және кіруді бақылау, денсаулық сақтау және телекөмек;

– коммерциялық құрастыру-энергияның мониторингі, HVAC, жарықты, кіруді бақылау;

– өнеркәсіптік құрал-жабдық – процестерді бақылау, өнеркәсіптік құрылғылар, энергияны және мүлікті басқару.

ZigBee стандартты 868 МГц, 915 МГц және 2,4 ГГц жиілік жолақтарындағы арналарды қамтамасыз етеді. Ең жоғары деректер жіберу жылдамдығына және ең жоғары бөгетке төзімділікке 2,4 ГГц диапазонында қол жеткізіледі. Сондықтан, микросхемасының көп өндірушілері нақты осы диапазонға арналған 5 МГц қадамды 16 жиіліктік арна қамтамасыз етілген қабылдағыш-таратқыштарды шығарады.

Эфирдегі қызметтік ақпаратпен мәліметтердің жіберілу жылдамдығы 250 кбит/с болып табылады. Хабарлар қайта желілік жүктемеге және санына байланысты түйіні жүктеме қуаты бойынша орташа өткізу диапазоны 5 ... 40 кбит / с болуы мүмкін.

Тораптары арасындағы арақашықтық жабық кеңістікте ондаған метр және ашық кеңістікте жүздеген метр болып табылады. Тарататын аймағына байланысты желінің қамту аясы айтарлықтай ұлғаюы мүмкін.

ZigBee хаттамалары төмен деректер жылдамдығын және төмен қуатты тұтынуды талап ететін бағдарламаларда қолдану үшін жасалған. ZigBee мақсаты - міндеттердің кең спектріне арналған арзан, өзін-өзі ұйымдастыра алатын желісін ұяшықты топологиямен құру болып табылады. Желі өнеркәсіптік бақылауда, ендірілген хабарландырғыштарда, медициналық деректер жинауда, басып кіруден немесе түтін туралы хабарламаларда, құрылыс және үй автоматтандыру және т.б. пайдаланыла алады. Құрылған желі нәтижесінде өте аз қуатты тұтынады - ZigBee сертификаттау деректеріне сәйкес жеке құрылғылардың энергобатареяларына екі жыл бойы жұмыс істеуіне мүмкіндік береді. Өздеріңіз білетіндей, кез келген танымал стандарт, әдетте бөгде адамның көзінен жасырын басқсына негізделеді. Мысалы, Bluetooth жағдайында ол IEEE 802.15.1. Мұнда біз ұқсас жағдайды бақылаймыз. ZigBee «негізі» IEEE 802.15.4 ерекшелігі болып табылады. Тек сол барлық ірі функцияларын іске асыру үшін жауапты - физикалық деректерді жіберу және желілердегі деректерді ең заманауи криптографиялық алгоритмдермен шифрлауға дейін қосуға.

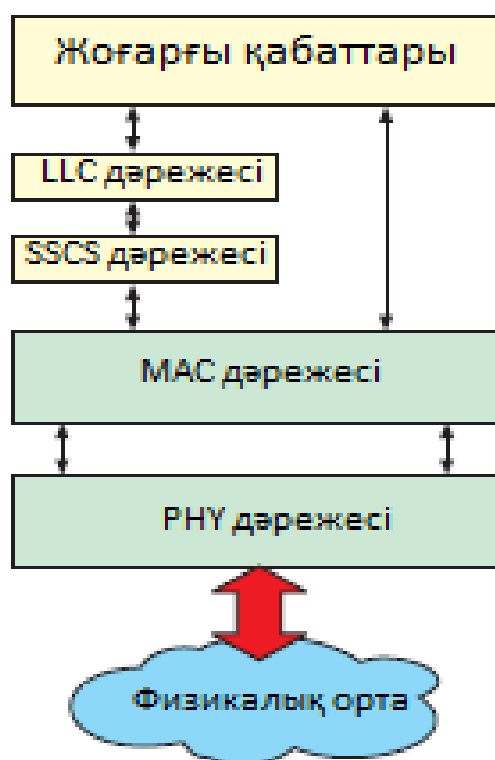
Осы ZigBee сымсыз желісі шын мәнінде желіге қалай ұйымдастырылған қол құрылғылар сияқты деректердің, және басқа да егжей-тегжейлі қосымша қалай ауа арқылы таратылады, «тыныс алады», сондай-ақ жұмыс істеп жатқанын түсіну үшін бізге жай ғана IEEE 802.15.4 көмектеседі.

2.1.1 LR-WPAN желісінің архитектурасы, жалпы, стандартты және классикалық компьютерлік желілерге өте ұқсас болып табылады. LR-WPAN

«құрылыс блоктарын» жиынтығынан, өзара байланысты логикалық біріккен қабаттардан немесе деңгейлерден тұрады. Әр қабаты кейбір нақты функциялардың жиынтығын іске асыру үшін жауапты болып табылады, сондай-ақ жоғары деңгейлерге қызмет көрсетеді. IEEE 802.15.4 қабаттарының құрылымы стандартты OSI моделіне (OpenSystemsInterconnection) сәйкес болып келеді.

CSMA-CA (CarrierSense Multiple Accesswith Collision Avoidance) - физикалық ортаны қол жеткізу үшін пайдаланылатын негізгі әдісі, ұсынылған стандартты тасымалдаушы және қақтығыстардың алдын алу кездейсоқ қол жеткізу болып табылады. Сондай-ақ, мұнда энергия анықтау (Energydetection ED) және байланыс сапасы индикаторы (LQI - Linkqualityindication) сияқты қосымша мүмкіндіктерді іске асырылады. Жіберу үшін тек 2450 МГц диапазонында 16 арна, 915 МГц диапазонында 10 арна және 868 МГц жиілігінде 1 арна пайдалануға болады.

ZigBee хаттамалары төмен деректер жылдамдығын және төмен қуатты тұтынуды талап ететін бағдарламаларда қолдану үшін жасалған IEEE 802.15.4 стандарты екі маңызды желілік деңгейді жүзеге асырады. Радиожиілікті қабылдап таратушымен басқарылатын төмен деңгейлі механизм сипаттайтын мәліметтерді таратудың физикалық деңгейі (PHY — PhysicalLayer) және өтініштерді жоғары деңгейдегі барлық түрлерін физикалық арналарына қол жеткізуге жауапты сымсыз орта бақылайтын қолжетімділік деңгейі (MAC-Medium Access Control). LR WPAN желісінің құрылғыларының архитектурасы 2.1 суретте көрсетілген.

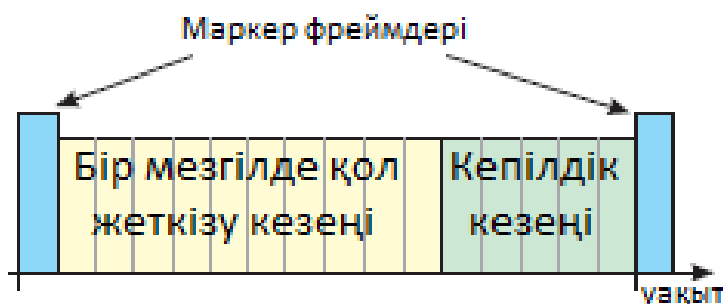


2.1 сурет - LR WPAN желісінің құрылғыларының архитектурасы



LLC (LogicalLinkControl) деңгейі логикалық байланысын басқару үшін жауапты - бұл IEEE 802.2 алынған жоғарғы деңгейдің астындағы арналық деңгейі болып табылады. SSCS (ServiceSpecificConvergenceSublayer) деңгейі - LLC-ның MAC деңгейіне енуіне мүмкіндік беретін аралық қызмет. Жоғарыда жатқан қабаттарға сондай-ақ желінің конфигурациясын қамтамасыз ететін, мәліметтерді басқаратын және бағыттайтын желілік деңгей және де құрылғының негізгі функцияларына енуді жүзеге асыратын пайдаланушылық бағдарламалар деңгейі жатады. Осы қабаттардың жұмысын реттеу IEEE 802.15.4 спецификациясына жатпайды және ZigBee стандартының нақты құрылғыларын әзірлеушілерге талап етіледі [4].

IEEE 802.15.4 желісінің айрықша ерекшеліктерінің бірі болып «суперфреймдік»деп аталатын құрылымын қолдау болып табылады. Суперфрейм форматы желі үйлестірушісі арқылы анықталады. Суперфрейм құрылымы 2.2 суретте берілген. Естеріңізге сала кетсек, үйлестіруші - барлық деректер ағындарын жіберуді бақылайтын негізгі желілік құрылғы болып табылады. Суперфрейм үйлестірушінің өзі жіберетін арнайы фреймнің- «желілік маркердің» (NetworkBeacon) жіберуінен басталады. «Маркер», ең алдымен, желідегі белсенді құрылғылардың жұмысын синхрондау және бақылау үшін арналған. Үйлестіруші «маркерді» жібергеннен кейін құрылғыларға кім маңыздырақ екенін өздері «шешуге» рұқсат бере отырып желіні басқарудан өзін-өзі аластатады.



2.2 сурет – Суперфрейм құрылымы

Осы мақсатта суперфреймде арнайы уақыт бөлігі – уақыттық слоттар (timeslots) деп аталатын белгіленген уақыт кезеңдеріне бөлінген құрылғылардың радиоарнаға бәсекелі ену уақыты (Contention Access Period) берілген. Сол уақытта мәліметтерді жіберу жылдамдығы және темпі маңызды бағдарламалар үшін бәсекеге қабілетті ену бөлігінен кейін төтенше ақпаратты жіберу немесе алу мүмкіндігі кепілді түрде бар қосымша уақыттық слоттар (Contention Free Period) келуі мүмкін.

Үздіксіз суперфреймдердің жіберілуін қамтитын 2.2 суретте берілген жұмыс циклынан айырмашылығы - келесі «маркер» пайда болуына дейін желіде ешқандай деректер жіберілмейтін, кепілді ену уақыттан кейін «жұмыс істемейтін» кезеңі бар неғұрлым үнемді жұмыс режимінің болу мүмкіншілігі бар.

Нақты желіде суперфреймдік құрылымы пайдалану, оның ішінде атап айтқанда, «маркер» фреймдерін қолдану талап етілмейді, себебі, мәлімет алмасуды дәстүрлі әдістермен де орындауға болады. Көбіне осындай қолданыс біраз пайда беретіні болса, басқа мәселе (төменде талқыланады).

IEEE 802.15.4 ерекшелігінде деректер алмасудың тек үш түрі рұқсат етілген. Олардың біреуін немесе басқа пайдалану мүмкіндігі желі топологиясымен және маркерлік фреймдердің қолдауы арқылы анықталады. Мысалы, «жұлдыз» топологиясында транзакциялардың тек алғашқы екі түрі болуы мүмкін. Бірақ оларға толығырақ қарайық.

Құрылғы деректерді желі үйлестірушісіне жібереді.

Бұл жағдайда, желіде «маркерлер» пайдаланылатындығына немесе жоқтығына қарамастан алмасу толығында бірдей жүреді. «Маркерлік фреймдер» пайдаланылатын болса, құрылғы оны табу үшін алдымен оны күтеді, тауып синхрондалады және керекті сәтте өзінің деректер фреймін тасымалдайды.

Маркерсіз желі жағдайында бәрі одан да оңайырақ. Құрылғы еркін уақытта деректер фреймін тасымалдайды. Екі жағдайда да үйлестіруші фрейм-хабарламаның (Acknowledgment) көмегімен транзакцияның табысты аяқталғаны туралы хабарлайды.

Құрылғы желі үйлестірушісінен мәліметтер алады.

«Маркер» фреймдерін қолдайтын желіде бұл алмасу пішімі төмендегідей жүзеге асырылады. Үйлестіруші құрылғыға деректерді тасымалдау керек болған кезде, ол желілік маркерді жіберу кезінде хаюарламаның жіберілуі дайындалып жатқанын хабарлайды. Өз кезегінде, құрылғы желілік «маркерді» сканерлейді және хабарламаның дайын екендігі туралы белгіні анықтаған жағдайда деректерді сұрайтын MAC-команданы тасымалдайды. Үйлестіруші деректер сұрату табысты алу туралы баяндайды және) растау фреймін тасымалдайды, содан кейін деректердің өздерін жібереді. Транзакция құрылғыдан деректер пакетін алу фактісін ескерту фреймі арқылы растайды.

«Маркерлік» фреймдер жоқ желіде алмасу басқаша сценариймен жүзеге асады. Қабылдаушы құрылғы кез келген сәтте деректерді сұрау салушы MAC командасын тасымалдайды. Үйлестіруші сұрау салуды алған растауды жібереді және деректер дайын болса, оларды жібереді. Деректер әлі дайын емес болса, үйлестіруші деректердің жоқтығы туралы айтып, ұзындығы нөлге тең болып табылатын деректер фреймін жібереді. Құрылғы деректерді алғаны туралы хабарламаны ескерту фреймі арқылы растайды.

Деректер үйлестірушіні айналып өтіп, екі құрылғының арасында жіберіледі (peer-to-peer).

Транзакциясының осындай түрінде құрылғы қол жетімділігіне байланысты кез келген ұқсас модульдермен деректерімен алмаса алады. Оны тиімді жасау үшін ақпаратпен алмасқысы келетін құрылғылар үнемі "қабылдау режимінде" немесе қалай болсада басқалармен үйлесімде болуға тиіс. Соңғы жағдайында ZigBee әзірлеушілері үйлесімді құрылғыларды өз

беттерінше ойлап табатын, бұл стандарт сипаттамайтын, үндестіру механизмінің ерекше әдісі қолданылуы керек.

Жоғарыда қарастырылған деректермен алмасудың форматтарының қарапайым талдауы келесідей логикалық қорытындыға әкеледі: жалпы желілік "маркерлер" пайдаланылмайтын желіде деректерді тарату жылдамдығы жоғары болуы керек - өйткені, бірінші кезекте, желі үйлестірушісінің сол "маркерді" жіберуін күту керек емес. Екінші жағынан, мысалы, үйлестірушіден деректерді сұрау кезінде маркерлік фреймдерді қолдану «бос» деректер сұрау циклдарын болдырмайды. Сымсыз желіні ұйымдастырудың қай әдісі жақсырақ екенін түсіну үшін желіде жіберілетін фреймдердің түрлерін, оның ішінде «маркерлік» фреймдерді толығырақ қарастырайық.

2.1.2 IEEE 802.15.4 пайдаланатын фреймдік құрылым барынша қарапайым жобалау үшін және бір уақытта шулы радио беру сенімділігін арттыру үшін жасалған. Жоғарыдағы әрбір протоколдық деңгей құрылымға өзінің ерекше белгілерін және бөлімдерін қосады. Бүгін біз қарастырып жатқан желіде төрт фреймдік құрылым анықталды:

- желі үйлестірушісі жіберетін маркерлік фрейм, 2.3 суретте көрсетілген;

- барлық ақпарат түрлерін жіберу үшін деректер фреймі;

- қандай да бір фреймнің табысты алғанын растау үшін пайдаланылатын хабарлама (растама) фреймі;

- барлық деректер таратуды басқаруға арналған MAC-командасының фреймі. Әрбір фрейм MAC және RHY қабаттары жауап беретін қалыптасудың екі дәрежесінен өтеді. MAC-деңгейінде фрейм мазмұны қалыптасады, RHY-деңгейі үндестіру үшін жауапты болып табылады. Ең ауқымды фреймнің - «маркерлік» фреймнің құрылымын қарастырайық (2.3 сурет).

Алдымен осында шешілетін мәселелер туралы анық көрініс беретін MAC-деңгейінде қалыптасатын өрістерді анықтау керек. Алғашқы болып тақырып өрісі (MHR - MAC header) келеді:

- «framescontrol» өрісі фрейм түрі (маркерлік, деректер, растау, MAC-командасы), қосулы криптографиялық қорғау болуына жауапты биттер, жіберуге дайын деректер, фреймнің керек-жарақтары (ішкі немесе сыртқы көрші желі үшін), желілік мекен-жайы (16 немесе 64 разряд) туралы ақпаратты қамтиды;

- «sequencenumber» өрісі - желідегі пакеттерді қосымша сәйкестендіру үшін пайдаланылатын бірегей 8-разрядты фрейм нөмірі. Мысалы, құрылғы деректері бар пакет алған соң, дәл осындай сәйкестендіру нөмірі бар растау фреймін жіберу керек;

- «addressingfields» өрісі берілген фреймді жіберген құрылғының 4 және 10 байттық мекен-жайын анықтайды. Өрістегі алғашқы екі байт - желінің өз 16-разрядты бірегей идентификатор, және 0xFFFF мекен-жайы арнаны «тыңдапа» тұрған барлық құрылғылар өз желісінің өтініші деп қабыл алатын хабар таратулық сұрау екенін көрсетеді. Қалған 2 немесе 8 байт - бұл құрылғының мекен-жайы: 16-биттік - қысқа мекен-жайы, 64-биттік - ұзақ

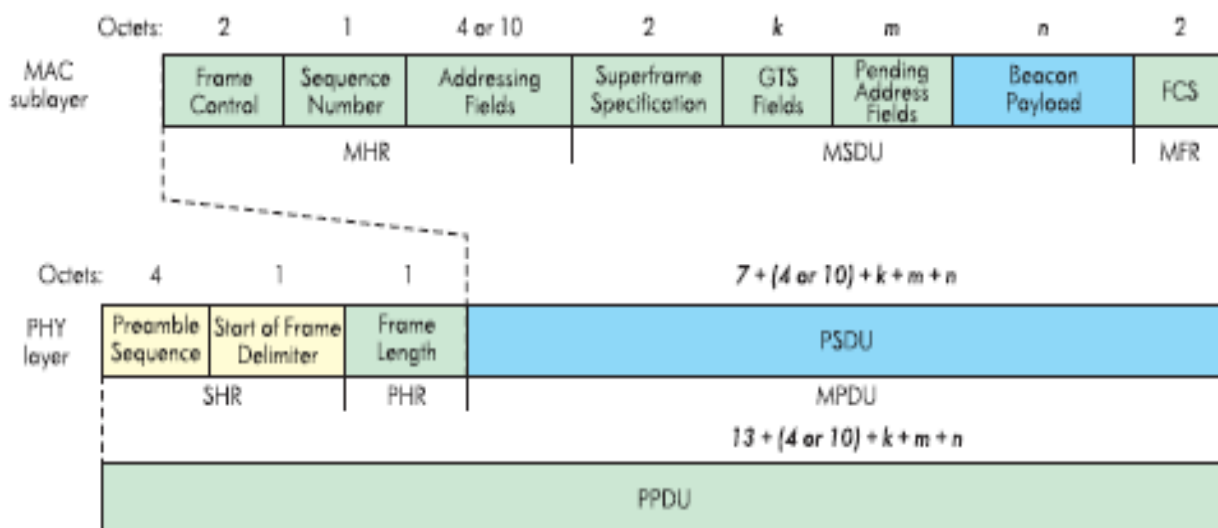
мекен-жайы болып табылады. Артынан деректерге жауапты өрістер келеді (MSDU - MAC servicedataunit);

– «superframe» specification өрісі суперфреймнің әр түрлі параметрлерін көрсетеді: «маркерді» жіберу аралығы, қазіргі уақытта желіге жаңа құрылғыларды қосуға болатындығы, желілік «маркерді» кім жібергені (желілік үйлестіруші немесе басқа біреу) және т. б.;

– «GTS fields» өрісі деректерді беру уақытына сезімтал құрылғыларға кепілді уақыттық слоттарды іске қосу режимін қосады, әрқайсысына қанша уақыттық слоттын керек екендігін көрсете отырып, жетіге дейін мекен-жай таңдауға рұқсат береді, сонымен қатар берілген «маркерлік» аралығында сұралатын құрылғаның нөмірін таңдауға рұқсат береді. Осы жерде деректерді жіберу бағыты орнатылады – тек құрылғыдан немесе тек құрылғыға ғана;

– «pending address fields» өрісі санды, сондай - ақ желі үйлестірушісі деректерді жіберуге дайын құрылғылардың қысқа және ұзақ мекенжайларының тізімін сипаттайды. Бұндай мекенжайлар саны жетеумен шектеледі, 16-разрядты мекенжайлар тізімде бірінші болып жүру керек;

– «beaconpayload» өрісі жоғарғы қабаттағы деректердің «маркерлік» фреймде жіберу үшін қажетті тізбек болып табылады. Бұл өріс қосымша түрде қосылады. Құраылғы beaconpayload бос емес өрісімен «маркерлік» фреймді қабылдаған жағдайда бірінші бұл деректер жоғары қабатқа жіберіледі, тек содан кейін superframespecification және pendingaddress өрістерінің өңдеуі жүреді. Егер beaconpayload өрісі бос болса, онда superframespecification және pendingaddress өрістерінің өңдеуі юірден басталады [4].



2.3 сурет - «Маркерлік» фрейм

MAC - деңгейінде қалыптасатын фреймнің соңында фреймнің (MFR - MAC footer) аяқталуы жүріп жатады, мұнда негізгі өрістер қосындысын

дәстүрлі CRC (cyclic redundancy check) білдіретін FCS (frame check sequence) 16 тексеруші разряды бар.

Жоғарыда айтылған MHR, MSDU және MFR модульдері MAC (MPDU - MAC protocol data unit) деп аталатын деректердің протокол блогын қалыптастырады. Сосын MPDU физикалық қабат деректерінің қызмет модуліне (PSDU - PHY service data unit) түрлендірілетін PHY - деңгейінде өңделеді, онда екі бөлік қосылады: таратқыштың қабылдағыш құрылғымен қадамдастыру үшін пайдаланылатын SHR блогы, және фреймнің ұзындығы туралы ақпаратты қамтитын PHR блогы.

Олардың мазмұнын толығырақ қарастырайық:

- «Preamble Sequence» өрісі - 32 екілік нөлден тұратын және таратқышпен пакеттің басының идентификаторы ретінде пайдаланылатын құрылғыларды синхрондау үшін арналған «преамбула»;

- «бастау - off frame delimiter» (SFD) өрісі - «преамбула» өрісінің соңын және деректер пакетінің басталғанын білдіретін 8 разряд (0xA7 саны бар) болып табылады;

- «frame length» өрісі - PSDU пакетінің ұзындығы туралы ақпаратты қамтитын 7 - разрядтық сан болып табылады [5].

Осылайша қалыптасқан пакет физикалық деректер пакеті (PPDU - PHY data packet) деп аталады және тікелей физикалық ортаға жіберіледі.

Енді фреймдердің қалған түрлерін қысқаша қарастырайық. Олар маркерлікке қарағанда өте қарапайымырақ құрылымды, алайда айырмашылықтар тек MAC - деңгейде байқалады, ал физикалық қабат мүлдем зардап шеккен жоқ. «Маркерлік» фреймге жататын кейбір өрістер қалған түрлерде мүлдем жоқ немесе басқалармен алмастырылған. Түменде олардың қысқаша айырмашылықтары берілген.

«Растау» фреймі – құрылымы бойынша ең қарапайым болып табылады. Бұл MHR тақырыбында екі өріс қана бар: «растау» фреймі түріндегі идентификатормен frame control және қабылдануы расталатын фрейм нөмірімен sequence number. Содан кейін MFR фреймі бірден аяқталады.

MAC - командасының фреймі деректер фреймі сияқты тек MSDU блогының мазмұнымен өзгеше болып табылады. Мұнда жаңа екі өріс бар: команда түрі (Command type) және команданың өзі.

IEEE 802.15.4 пайдаланылатын фреймдік құрылым өздігінен өте күрделі емес. Өкінішке орай, бұл құрылғының желідегі жұмыс кезіндегі барлық мүмкіндіктері туралы ақпаратты қамтамасыз етпейді, тек жіберілетін хабарламалардың түрлері мен пішімін реттейді. Осы орайда ең көп көзге түсетін қасиет MAC-команда фреймінде жіберуге арналған командаларға берілген.

2.1.3 желіде жіберуге рұқсат етілген командаларды (саны тоғыз) шолу ZigBee желісінің өзінің мүмкіндіктері және онда жұмыс істеп тұрған құрылғылар туралы көріністі құруға мүмкіндік береді. Сонымен, оларды атап өтейік:



– «Associationrequest» - бұрыннан бар желіге қосылуға рұқсат сұрау. Бұл сұранысты құрылғы желіге қосылуды қалаған кезде үйлестірушіге жібереді. Сұраныс құрылғының сипаттамалары туралы ақпаратты қамтиды – желі үйлестірушісі қызметін атқара алады ма, құрылғы түрі (толықмүмкіндікті құрылғы немесе мүмкіндігі шектеулі), қуаттану әдісі (әдеттегі желіден немесе басқаша), «ұйқы» режимінде тұрғанда құрылғы радиоқабылдауды өшіреді ме, криптоқорғанысты қолдай ма, құрылғы 16 немесе 64-биттік мекенжайды қалайтындығы. Қосылу үшін сұранысты әлі желіге қосылмаған құрылғылар ғана жібере алады;

– «Associationresponse» - желіге қосылуға сұраныс жіберген құрылғыға желі үйлестірушісінің жауабы. Алайда үйлестіруші: құрылғыға мекенжай бере отырып, оны желіге қоса алады, ешқандай бос орын жоқ екенін хабарлай немесе түсіндірместен енгізуіне бас тарта алады;

– «Disassociation notification» - желіден өшу командасы. Үйлестіруші жібере алады, сонымен қатар, ол желіден алынып тасталған құрылғының мекенжайын хабарлайды. Сондай-ақ, команданы желідегі кез келген құрылғы жібере алады, және сол жағдайда ол үйлестірушіге өз мекенжайын хабарлайды;

– «Datarequest» - үйлестірушіден деректерді талап еткен кезде құрылғы жіберетін команда;

– «PAN ID conflictnotification» - бұл желі идентификаторларының соқтығысуын анықтағанда құрылғының желі үйлестірушісіне жіберетін командасы;

– «Orphannotification» - желіге қосылу құрылғы үйлестірушіге үндестік жоғалу кезінде жіберетін команда;

– «Beaconrequest» - барлық желі үйлестірушілерінің жұмысының ауқымын анықтау үшін құрылғының жіберетін командасы;

– «Coordinatorrealignment» - үндестіктің жоғалуы командасына (Orphannotification) жауап немесе кез келген желі атрибуттары өзгерген болса үйлестіруші жіберетін үндестіруді тоқтату командасы. Бірінші жағдайда, команда үндестік проблемалары бар нақты құрылғыға жіберіледі, екінші жағдайда, барлық қолжетімді құрылғыларға жалпы таратылатын команда жіберіледі;

– «GTS request» - маркерлік фрейм аясында деректерді жіберу үшін кейбір құрылғылар қамтамасыз етілетін, кепілдікті уақыттық слоттарды басқару үшін пайдаланылатын команда. GTS request құрылғыларға сондай слоттарды белгілеуге сұраныс жібере алады, сондай-ақ белгіленгендерін босатуға сұраныс жібере алады. Кепілді слоттар тек қана қысқа мекен-жайлы құрылғыларға таныстырылады, сұраныста қажетті немесе артық уақыттық слоттар саны, деректердің жіберілу бағыты (тек алу немесе тек сұрау салушы құрылғысына қатысты жіберу және 1-ші разряд өз сұрау (берілген уақыттағы ұяларын белгілеу немесе босату) [6].

Қолданыстағы желіні ZigBee команданы қарау кезінде келесі фактқа назар аудартады. Мүмкіндігі шектеулі құрылғылардың басым көпшілігі

оларды қолдай алмауы мүмкін. Оның үстіне, ол командаларға тән ерекшеліктер әр түрлі делінген. Кейбір "қосымша" болып табылады, басқалары "міндетті" түрде қатыса алады. Осы екі жағдайдың арасындағы нақты айырма — түсініксіз, ең алдымен ол бірдей.

2.1.4 IEEE 802.15.4 мүмкіндіктеріне оралайық. Естеріңізде болса, сымсыз желілер осы стандарттың базасында салынып жатқан сипаттамалары, деректерді жіберудің жоғары сенімділігі болып, табылады. Қазір сол үшін РНУ және MAC деңгейлерінде қандай тетіктер қолданылатынын анықтаймыз.

Осы LR-WPAN -да жіберіліп отырған ақпараттың сенімділігін мен дұрыстығын қамтамасыз ету үшін түрлі механизмдер қолданылады. Бұл әдістер жіберудің CSMA-CA механизмдерін өзіне қосады, жақтауларды растау және деректердің верификациясы. Олардың толық қарастырайық [4].

Бұл IEEE 802.15.4 конфигурациялы желілерге тәуелді, екі түрлі қол жеткізу арналар арқылы жіберуі пайдаланылады. Желілерде "маркерлік" жақтаулар пайдаланылмайды (Non beacon – enabled networks) және кездейсоқ қол жеткізу арнасы арқылы жүреді, тетігі іске қосылады, "unslotted CSMA-CA channel access mechanism" деп аталады.

Әр кезде MAC командасын немесе фрейм ақпараттарын жіберу кезінде, алдымен біршама уақыт аралығын күту керек (оның ұзақтығы кездейсоқ таңдалады). Егер арна осыдан кейін бос болса (idle) құрылғы өз деректерін жібереді. Егер арна бос болмаса (busy) осы еркін кідіріс кейін, құрылғы тағы бір кездейсоқ уақытты күте тұруы керек, содан кейін арнаға қол жеткізуге қайтадан әрекет жасау.

Желілердегі "маркерлік" фреймдер тіркелген механизмді уақыт ұяшықтарын жіберуді күтуде "slotted CSMA-CA" пайдаланады, бірден "маркерлік" жақтаудан кейін жүреді. Әр жолы құрылғы деректерді жіберу кезінде бәсекелес қол жеткізу арнасы ең алдымен жақын тұрған ұяшықтың шекарасын және од кездейсоқ санды ұяшықтарды анықтау керек.

Егер арна осы кідірістен соң бос болмаса, арнаға қол жеткізбес бұрын, құрылғы келесі кездейсоқ саны тіркелген уақытша ұяшықтарды күте тұруға міндетті. Егер арна бос болса, құрылғы бірден шекарасына жақын күту ұяшығынан бастау алып жібереді.

Кездейсоқ қол жеткізу тасушыны бақылаумен қақтығыстар болдырмау келесі (CSMA-CA) жағдайларда қолданылмайды:

- жөнелту кезінде жақтауды растау, сол мезетте жіберілетін тарнаның күту уақытынсыз босату кездейсоқ уақыт ұяшықтарында;

- беру кезінде "маркерлік" жақтаудың. Оны жіберу нақты және кепілді қол жеткізуден кейін жүреді, барлық рұқсат етілген транзакциялар аяқталғанда және радиоарна кепілді бос болғанда;

- деректерді беру кезеңі ішінде кепілді қол жеткізу. Мұнда барлығы анықтамамен түсінікті. Кепілдік берілген ұяшықтар қол жеткізу белгілінген көлемде және нақты құрылғыларға ұсынылады. Ешқандай кездейсоқ қол жеткізу арнаға қамтамасыз етілмеген, сондықтан ол қолданылмайды;

– екінші деңгейлі деректерді сенімді жеткізуді қамтамасыз ету, біз айтып кеткендей, жақтауды растайтын табысты қабылдау және алынған деректердің дұрыстығы немесе MAC-команда болып табылады. Жұмыс алгоритмі қарапайым — егер қабылдаушы құрылғы қандай да бір себептер бойынша мәліметтерді ала аламаған болса, онда жауап хабарлама жіберілмейді. Егер жіберуді бастаушы белгілі уақыт ішінде хабарламаны жеткізу жөнінде растау алмаса, онда ол осы транзакцияны табысты емес деп санайды және қайтадан қайталауға тырысады. Егер бірнеше қайталаулардан кейін растау келмесе, онда бастаушы өз таңдауы бойынша транзакцияны не тоқтатады, не болмаса деректерді шексіздікке дейін жіберуді тырысады.

Соңғы "ұяшық" сенімділігін қамтамасыз ету — деректерді тексеру, ол 16 биттік бақылау сомасының CRC көмегімен қамтамасыз етіледі. Бақылау сомасы тек MAC-деңгейі арқылы жоғары тұрған қабаттардан берілетін мазмұнға және MAC header тақырыбының өріс үстінен ғана орындалады [15].

2.1.5 Бірнеше рет жоғарыда айтылғандай, ZigBee стандартының басты құндылықтарының бірі- сымсыз құрылғылардың шағын энергияны қолдануы болып табылады. Хабарландырулар және жарнамалық даңғылдар алғашқылардың бірі болып айтылуы бекер емес, өйткені бұл маңызды параметр. Іс жүзінде, әдетте, сәл қиынырақ. ZigBee негізінде — IEEE 802.15.4 стандарты — төмен тұтыну туралы аз айтылады. Мұнда, мысалы, келесі жай айтылады: осы стандарт, негізінен, шектелген қуат жағдайында қолдану мүмкіндіктері жасалған. Алайда, жеке стандартты қолдану бұл бағытта қосымша ізденістерді талап етеді, ал бұл IEEE 802.15.4 шеңберінен шығып кетеді.

Бұл барлық әзірлеушілер құрылғыларының энергия тұтынуын қалай азайтуға болатыны туралы жалпы нұсқаулар береді, олар шын мәнінде қажет. Аппаратурадағы осындай үлгідегі қоректендіру элементтері ретінде пайдаланатын батареялар немесе аккумуляторлар міндетті түрде циклдік режимде жұмыс жасайды. Мұндай құрылғылар көп уақытты «ұйқы» режимінде жүргізуі тиіс. Оларға дайындалып жатқан хабарламаларды беру үшін, мезгіл-мезгіл радиотракт қосып эфирді тыңдау керек. Бұл қарапайым және сол уақытта икемді механизм, ең алдымен, бағдарламалық қосымшаларды әзірлеушілерге электр қуатын үнемдеуге және хабар берудегі кешігудің арасындағы жоғары деңгейде теңдікті қадағалауды мүмкіндік береді.

Бұл тұрақты ток көзі бар құрылғылар үшін, мысалы, "желі", циклдік режимін қолдану кез келген мағынасынан айырылған. IEEE 802.15.4 классының әзірлеушілері үнемі байланыста болуды ұсынады.

Тағы бір ең маңызды параметрі, кез-келген желіні сипаттайтын, көбінесе сымсыз желілерде, берілетін деректердің қауіпсіздігі мен оларды рұқсатсыз кіруден қорғау болып табылады. Бұл біз үшін үйреншікті жергілікті сымды желілерде бұл мәселе аппараттық деңгейде шешілмейді, жіберіліп отырған деректердің қауіпсіздігі сервистер мен қызметтері жоғары деңгейдегі бағдарламалармен қамтамасыз етіледі.

Сол сияқты, IEEE 802.15.4 әзірлеушілері жасай алар еді, алайда, олар стандартқа MAC-деңгейде бастапқы қауіпсіздік деңгейді қамтамасыз ететін біршама базалық функцияларды енгізді. Бұл бағытта базистік сервистер болып : ACL (access control list) қолдау тізімдерін бақылау ену кіреді және криптографиялық шифрлеу жіберілетін деректер.

Қарапайым әрекеттердің қауіпсіздігін орындау қабілетін қамтамасыз ету бойынша міндетті болып табылмайды, алайда, әзірлеушілер үл функциялары тұрақты және барлық құрылғыларда қолдануды ұсынады.

Шифрлау механизмі, осы стандартта іске қосылған , "жоғарыдан" жеткізілетін симметриялық кілтті қолдануға негізделген.

Бұл атап өткен қабаттар тиіс анықтай білу, қашан пайдаланылады режимдер қауіпсіздік MAC - деңгейде қалыптастыру барлық негізгі параметрлері (соның ішінде кілттер) үшін сервистердің қалқандар.Бұл MAC - деңгейдегі қауіпсіздік режимдері, қауіпсіздік қызметі үшін, қашан пайдаланылатыны туралы жоғары қабаттар анықтап және барлық негізгі параметрлерін қалыптастыруы (соның ішінде кілттер) тиіс. Нақты сымсыз чиптердің симметриялық кілттерін құру және басқару әзірлеушілердің иығына түсетін міндеттер.

IEEE 802.15.4 көзделген қорғаудың негізгі сервистерін тізіп өтейік:

- қатынауды басқару көмегімен ACL тізімін пайдаланып кіруді бақылау. Егер құрылғыңыз бұл сервисті қолдаса , онда ол өз ACL-тізімінде, деректерді алу туралы барлық құрылғылардың тізімі болуы тиіс;

- деректерді рұқсатсыз қатынаудан қорғау үшін шифрлау. Криптоқорғанысты қамтамасыз ету үшін симметриялық кілттер пайдаланылады .Деректер құрылғылардың жалпы тобы үшін кілттің көмегімен және әр құрылғылар жұбы(бұл жағдайда кілт сондай-ақ ACL-тізімінде сақталады) үшін бөлек кілт көмегімен шифрлана алады;

- бақылау тұтастығын жақтау. Бұл сервис хабарламаларда арнайы код тұтастығын пайдаланады (MIC — Message Integrity Code) криптографиялық кілтпен " жақсы хабардар " емес ,жіберілетін деректерді олардың құрылғылармен өзгерістерден қорғау үшін. Бұл код сондай-ақ топ құрылғыларына жалпы болуы мүмкін немесе жеке жұптарға арналған құрылғылар үшін;

- Sequentia Ifreshness— симметриялық кілттер желісіндегі жаңартуларды жіберу құрылғыларына арналған арнайы сервис;

- сымсыз құрылғының жұмыс істейтін режиміне және таңдалған қауіпсіздік режиміне байланысты, MAC-деңгейі әр түрлі сервистермен қамтамасыз етеді [7].

Қорғау режимінде қосылмаған кезде (unsecured mode) олар мүлдем тартылмайды. ACL mode режимінде бірлескен күш-жігері бойынша тиісті MAC-деңгейі қабаттары мен ACL тізімінің көмегімен енуді басқару сервисімен қамтамасыз етіледі.Үшінші режимде- қорғау режимінде (secured mode) жоғарыда сипатталған кез-келген сервистер таңдалған стандарттың шифрлануына байланысты . белсендірілуі мүмкін.

2.4-суретте барлық IEEE 802.15.4, стандарттары 32, 64 және 128 разрядтық шифрлауын көрсете отырып, қолдайтын сервистердің қорғауы келтірілген.. Барлық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін алгоритмдер стандартына AES (Advanced Encryption Standard) сай . AES - бұл электрондық деректерді шифрлау, оның ішінде қаржылық, телекоммуникациялық және үкіметтік ақпарат, ұсынылған Ұлттық стандарттар институты және АҚШ технологиялары " (National Institute of Standards and Technology). AES моральдық ескірген DES ауыстыруға келді — әлемде қазірдің өзінде кең таратылған криптоалгоритм қаланды, мысалы, соңғы сымсыз стандарттар IEEE 802.11 (Wi-Fi).

Идентификатор	Стандарт	Қатынасты басқару	Шифрлау	Фреймнің тұтастық мониторингі	Sequential freshness
0x00	Қорғаныс өшірулі				
0x01	AES-CTR	X	X		X
0x02	AES-CCM-128	X	X	X	X
0x03	AES-CCM-64*	X	X	X	X
0x04	AES-CCM-32	X	X	X	X
0x05	AES-CBC-MAC-128	X		X	
0x06	AES-CBC-MAC-64	X		X	
0x07	AES-CBC-MAC-32	X		X	

2.4 сурет – Шифрлеу стандарттары

IEEE 802.15.4 тиісті барлық чиптер және деректерді қорғау қолдау функциялары, , міндетті түрде AES-CCM-64 стандартын қолдау керек. Барлық басқа стандарттарды қолдау қосымша жүзеге асырылады . Бұл, өз кезегінде ZigBee базасында сымсыз құрылғыларды әзірлеушілерге, әсіресе кешенді шешімдерді жасағанда, яғни элементтік базасын таңдау және алдын ала сол немесе өзге де AES модификацияларымен күресу қолдауда мұқият болуды қажет етеді [8].

## 2.2 ZigBee топологиясы

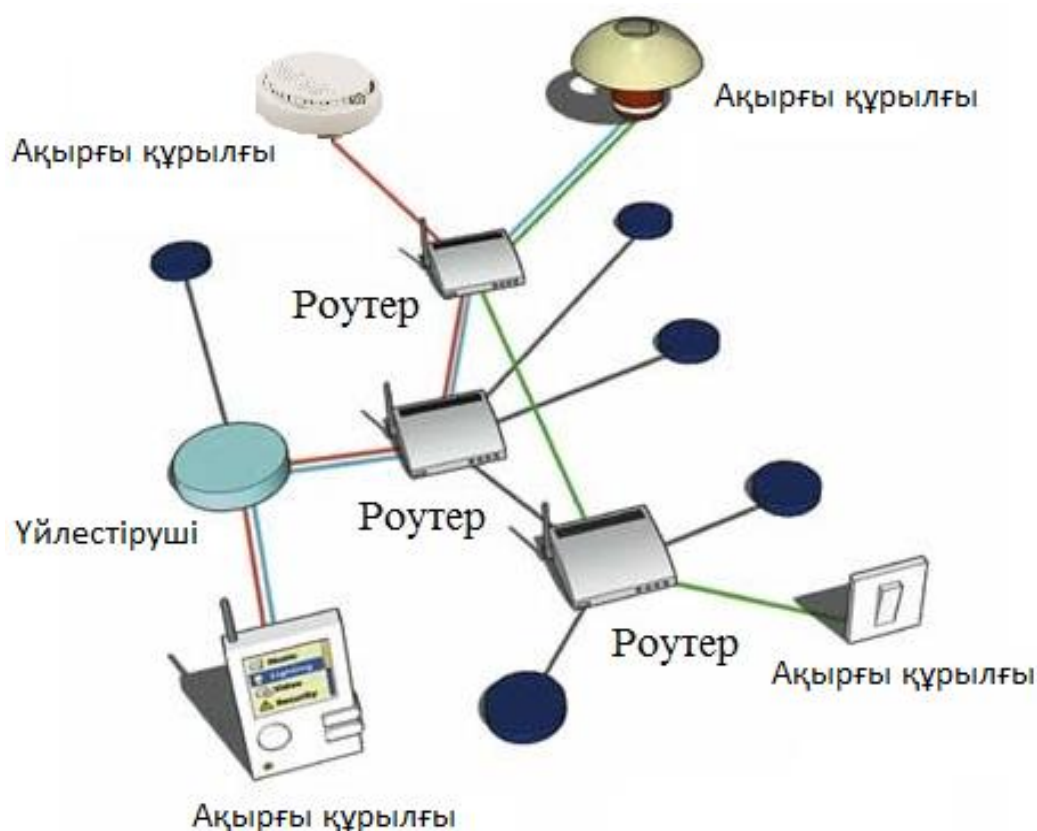
ZigBee құрылғыларының үш түрі бар: үйлестіруші (ZigBee Coordinator — ZC), роутер (ZigBee Router - ZR) және "соңғы құрылғысы" (ZigBee End Device — ZED) [9].

Біріншісі сымсыз желіні құруда басты болып табылады және роутер ретінде қолданылады, сондай-ақ ақпарат алмасу үшін көпір және басқа да



желілер. Роутер деректерді соңғы құрылғылардан қабылдайды, сондай-ақ басқа роутермен және үйлестірушілерімен ақпарат алмасуды жүргізе асыра алады. Өзі түпкі құрылғы тек деректерді беруге қабілетті. Ақылды үй желісі - 2.5-суретте келтірілген.

Желілік қалыптастыруды үйлестірушісі орындайды, сондай-ақ бір мезгілде сенімгерлік орталығы болып табылады (trust-орталығы). Қауіпсіздікті басқару орталығы қауіпсіздік саясатын белгілейді және құрылғы желіге қосылған уақыттағы параметрлерін орнатады.



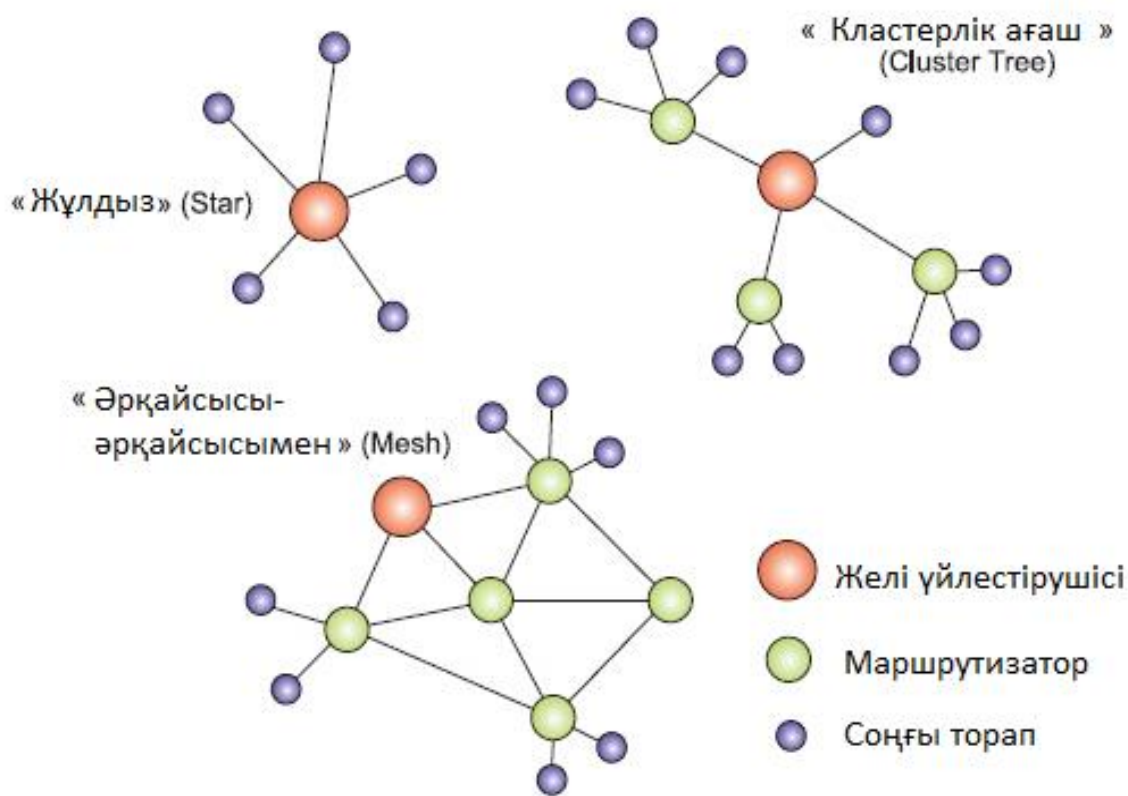
2.5 сурет– Ақылды үй желісі

Роутерлер маршруттау пакеттері желісінде асырылады және бір уақытта деректерді беруге дайын болуға тиіс. Сондықтан бұл тораптар энергия тұтынуы төмендетілген режимдерін пайдаланбайды және және тұрақты қуат көзі бар. Олардың саны қызмет көрсету үшін талап етілетін ұйқыдағы және молбильді тораптар саны желісінде жеткілікті болуы тиіс. Ұйқыдағы немесе мобильді тораптардың ең көп қызмет көрсететін бір роутердың саны - 32.

Ақырғы құрылғылар энергия тұтынуы төмен режимдерді пайдаланады. Әдетте, бұл батареялық қуатпен қамтамасыз етіледі. Олар, әдетте датчиктер немесе контроллердің қандайда бір атқарушы құрылғылардың рөлін орындайды. Олардың саны нақты өтінімдердің қажеттілігінен туындап отыр.

ZigBee технологиясының басты ерекшелігі салыстырмалы төмен тұтыну қуаты қарапайым сымсыз топологиялы желілерді ғана емес, («нүкте-нүкте» және «Жұлдызша»), сонымен қатар кешенді күрделі сымсыз ұялы топологиясы бар релелік және хабарларды маршруттау болып табылады. ZigBee желі топологиясы нұсқалары 2.6-сурет көрсетілген.

Peer-to-peer (P2P) топологиясы PAN координаттарымен де жұмыс істейді, алайда оның жұлдыздан айырмашылығы, кез-келген желілік құрылғылар лайықты арналары болған жағдайда бір-бірімен алмаса алады. P2P топологиясында торлар сияқты аса күрделі желілік конфигурацияларды құрау мүмкіндігі бар. Өнеркәсіптік басқару мен мониторинг, сымсыз сенсорлық желілер, интеллектуалдық ауыл шаруашылығы мен қауіпсіздік бағдарламалары, бұл технологияны аса тиымды етеді. Негізі P2P желісі өзін-өзі ұйымдастыра және қалпына келтіре алады. Бұл топология бір желілік құрылғыдан екінші құрылғыға хабарлама жеткізу бағыттарын ұйымдастырады. Мұндай функциялар бұл стандарттың бөлігі болып табылмайды, және олар аса жоғары деңгейлерде қосыла алады.



2.6 сурет– ZigBee желілер топологиясының түрлері

Жұлдыз кейіпті топология жағдайында коммуникациялар жеке құрылғылар мен орталық контроллер арасында орнатылады, ол PAN (Personal Area Network) атты координатор болып табылады. Желілік құрылғылар әдетте бағдарламалардың бірімен байланыстырылады, және жұмыс барысында мәлімет жіберуші не алушы болады. PAN координаторы арнайы бір

бағдарламаларға бағытталуы мүмкін, бірақ ол желідегі коммуникацияларды кіріспелеу, аяқтау және бағыттау үшін қолданылады. PAN координаторы бастапқы PAN контроллерінің функцияларын орындайды. Кез-келген типология желісінде жұмыс істейтін барлық құрылғылар 64-биттік бірегей мекен-жаймен қамтамасыз етіледі. Бұл мекен-жай PAN шегіндегі тікелей коммуникацияларда қолданыла алады. PAN координаторы желілік құрылғыларды топтап жолдау үшін қысқартылған мекен-жайлар қолдануы мүмкін. PAN координатасының айнамалы тоқтан құат алу мүмкіндігі бар, басқа құрылғылар көп жағдайда батареядан қуат алады. Жұлдыз кейіпті топологияны қолданатын бағдарламалар үй автоматтандыру жүйелерін, компьютерлердің перифериялық құрылғыларын, ойыншықтар мен ойындар сондай-ақ денсаулық сақтауға байланысты түрлі құрылғыларды қамтиды [10].

ZigBee желісінің негізі ұяшықты топология (mesh-топология) болып табылады. Мұндай желіде, әрбір құрылғы кез-келген басқа құрылғымен тікелей немесе аралық желілік тораптармен байланыса алады. Ұяшықты топология тораптар арасындағы бағыттарды таңдаудың балама нұсқаларын ұсынады. Хабарлама түпкілікті алушыға жеткенше тораптан торапқа түседі. Хабарлама өтудің әр түрлі жолдары болуы мүмкін, бұл буынның біреуі істен шыққан жағдайда желінің қол жетімдігін арттырады.

### **2.3 Хаттамалар**

Жаңадан әзірленген AODV алгоритмінде құрылған хаттамалар (динамикалық маршруттаудың ұялы рангты ad-hoc желілері (MANET) және басқа да сымсыз желілерге арналған хаттамалар ) және рангты ad-hoc желілерін құруға арналған NeuRFon (кездейсоқ қоңырау шалушылардан құрылған орталықтандырылмаған сымсыз желі) немесе түйіндерден құралады. Көп жағдайларда, желі кластерлердің кластері болып табылады. Ол сондай-ақ желі желі нысанын немесе бір кластердың нысанын қабылдай алады. ZigBee хаттамаларынан алынған ағымдағы профильдер қосылған немесе ажыратылған маяктармен үйлесімді.

Маяктары өшірілген желілерде (маяктардың тәртібі 15 құрайды) арналарға қол жеткізу механизмі қолданылады. Желілік ZigBee маршрутизаторында әдетте қабылдағыштардың үздіксіз қосуын қолдайды, ол аса қуатты энергоны қажет етеді. Алайда , басқалары тек сыртқы сигналдарды анықталған уақытта жіберіп жатқанда , келесілері аралас желілерді қабылдап жатады. Гетерогенді желіге тән үлгі сымсыз шам қосқыш болып табылады. Содан кейін кілт белсенді режимге ауысады, шамға растау командасын жіберіп оны күтеді, және ұйқыдағы жағдайы қайтарылады. Егер үйлестірушісі болмаса, кілт торабы әдетте, ZigBee -дің түпкі құрылғысы болады, мұндай желілерде шам торабы кем дегенде ZigBee маршрутизаторы болуы тиіс.

Басқа желілік тораптарда өзін растау үшін, желілердегі маяктар арнайы тораптары арқылы ZigBee маршрутизаторлары мерзімді маяктарды жібереді. Маяктардың арасында тораптар ұйқылы күйде болуы мүмкін, ол қуыстылықты

төмендетіп, батареялардың өмір сүруінің артуына алып келеді. Маяктардың арақашықтықтары  $15.36 \text{ мс} \cdot 214 = 251.65824$  дейін ерекшеленуі мүмкін,  $250 \text{ kbit/s}$ ,  $24 \text{ сш} \cdot 214 = 393.216$  жылдамдығы үшін,  $40 \text{ kbit/s}$  және  $48 \text{ сш} \cdot 214 = 786.432$  жылдамдығы үшін  $20 \text{ kbit/s}$ . Алайда, төмен қуыстылық операциялар (сигналдар) маяктардың ұзын интервалдарымен бірге уақытты дәл бөлуді талап етеді, төмен құныды өнімдер талапқа байланысты қарама-қайшы енуі мүмкін.

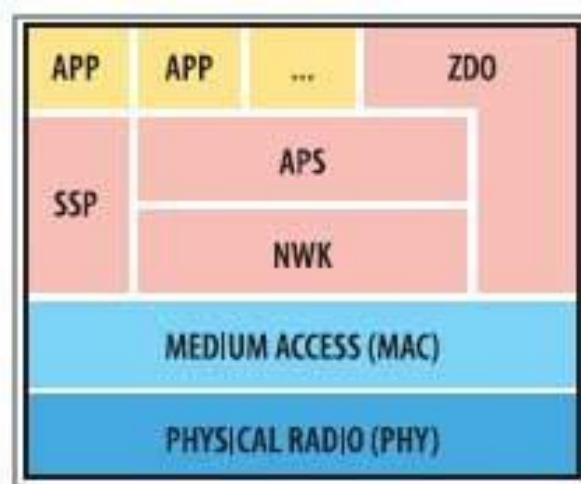
Жалпы, ZigBee хаттамалары радиотаратқыш уақытының қосуын төмендетеді сондай-ақ энергия тұтынуды қысқартады. Маяктік желілік тораптарда маяктік жіберу кезінде ғана белсенді болуы тиіс. Маяксыз желілеріндегі энергия шығыны асимметриялық, ал басқалар көп уақыттарын ұйқыдағы режимінде болағанда, кейбір құрылғылар әрқашан белсенді болады. ZigBee құрылғысы IEEE 802.15.4-2003 сымсыз дербес желілер стандартымен үйлесімді болуы тиіс (2.0 "энергияны ұтымды пайдалану" профилін қоспағанда). Хаттаманың төменгі қабаттар тәртібін анықтайды — физикалық қабаты (PHY) және кіруді бақылау (MAC) сілтемелер бөлігі деректер қабатында (DLL). Бұл стандарт 2.4 ГГц жиіліктерде жұмысын анықтайды (әлемде лицензияланбаған жиілігі), 915 МГц (Америка құрлығы) және 868 МГц (Еуропа) ISM диапазонында. 2.4 ГГц жиілікте ZigBee -дің 16 арнасы бар, әр арна ені 5 МГц болатын диапазонды талап етеді. әр арнаға негізгі жиілігі ретінде  $FC = (2405 + 5 \cdot (ch - 11)) \text{ МГц}$ , онда  $ch = 11, 12, \dots, 26$  есептелуі мүмкін.

Радио модулятордағы сандық ағынымен басқарылатын, тікелей спектрінің кеңеюімен, кең жолақты модуляцияны пайдаланады. Екілік фазалық манипуляция 868 және 915 МГц жолақтарда қолданылады, ал офсеттік квадратуралық фазалық манипуляция 2 биттік символы 2,4 ГГц жолағында пайдаланылады. Таза күйінде ауа арқылы деректерді беру кезінде әрбір арна үшін 2.4 ГГц диапазонында жылдамдығы 250 кбит/с, әрбір арна үшін 40 кбит/с диапазонында 915 МГц және 20 кбит/с диапазонында 868 МГц. Zigbee Pro жіберу үшін арақашықтық 10-нан 75 метр және 1500 метрден жоғары болуы керек, бірақ ол жеке жабдықтарға өте тәуелді. Радионың ең жоғары шығыс қуаты, негізінен 0 dBm (1 mW) құрайды [9].

Арнаға қол жеткізудің базалық режимі "тасымалдаушы жиілікті бақылау, көп мәрте кіру/коллизияларды болдырмау кадрлар" (CSMA/CA - желілік протоколдың каналдық ықтималдылығы (MAC)). Яғни, тораптар жіберуді бастар алдында адамдар үшін ақпарат алмасу жолында, олардың бірде-біреуі жіберуді жалпы жұмыстан бұрын жүргізуді бастамағандығын, қысқа тексеріледі. CSMA үшін атақты үш түрі бар Маяктар. көзделген уақыт аралығында жіберіледі, және CSMA пайдаланылмайды. Сондай-ақ, растау жолдаулары, CSMA пайдаланылмайды. Ақырында нақты уақыт режимінің талаптарында төмен көрінбеушілігі бар маяктік бағдарланған желілердегі құрылғылар сондай-ақ анықталуы бойынша CSMA-ны пайдаланбайтын кепілді уақыт слоттарын колдана алады.

2.3.1 ZigBee сипаттамасының хаттамалар стегі ,сервистер ұсынатын жоғарғы қабаты хаттамалары, хаттамалармен төменде жатқан деңгейі түйіндердің желілермен өзара байланысын регламенттейді.

ZigBee хаттамалар стегі 2.7-сурет көрсетілген.



2.7-сурет - ZigBee стек хаттамалары

Екі төменгі деңгей ретінде(MAC ортаға физикалық және қолжетімділік деңгейлері) IEEE 802.15.4 стандарты пайдаланылады. ZigBee желісінің MAC-деңгейі CSMA механизмін іске асырады (тасушыны тыңдау мен коллизияларды жою), NWK желілік деңгейі хабарларды маршруттауға жауап береді, APS деңгейі қосымшаларды қолдауы интерфейс деңгейінің қосымшаларымен қамтамасыз етеді.

ZDO секторы (ZigBee® Device Object) үш жоғарғы деңгейлерді байланыстырады, желідегі құрылғылардың рөлін анықтауға жауап береді [11].

(ол үйлестірушісі немесе түпкі құрылғы болып табылады), құрылғылар мен желілер арасындағы сенімділік пен қауіпсіздікті арттырады. SSP секторы (Security Service Provider), желілік деңгейдегі қауіпсіздікті қамтамасыз етуге байланысты және деңгейіндегі қосымшаларды қолдау операцияларын жүзеге асырады.

## 2.4 Үйлесімділік құрылғылары, профильдер, кластерлер

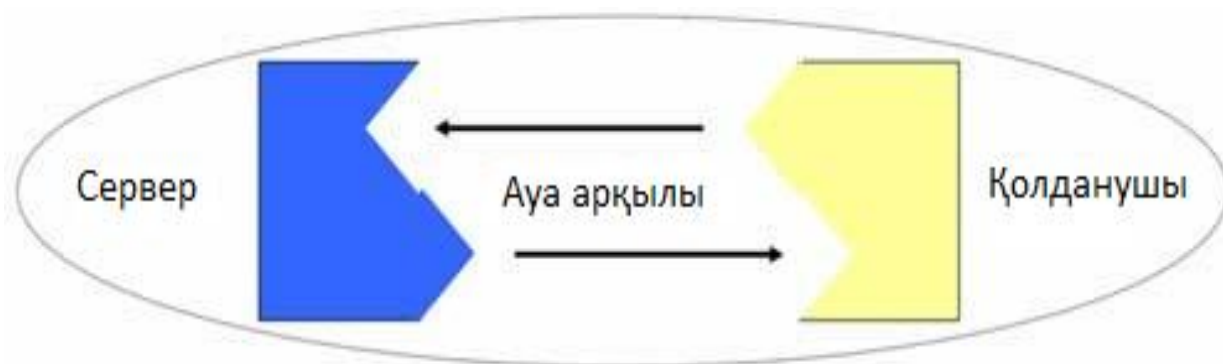
ZigBee стандартының дамуының негізгі идеяларының бірі, түрлі өндірушілердің сымсыз желі құрылғыларының жұмыс істеу мүмкіндігін қамтамасыз ету болды. Әлбетте, ZigBee қолдануға үйлесімді болуы үшін, байланыс стандарттының қарым-қатынас тілі талап етіледі.

Бұл тапсырманы жүзеге асыру мақсатында, ZigBee мәліметтер кітапханасы жасалған - ZCL кластерлік (ZigBee Кластерлік кітапханасы)

Кластер объектілі-бағытталған бағдарламалау класына ұқсас, және оның жиынтығы болып табылады:

- ZigBee стандартты құрылғының сипаттамасы (жарықтандыру құрылғысы, диммер, ажыратқыш, есептегіш);
- осы құрылғы үшін стандартты атрибуттары сипаттамасы (қосу/сөндіру, жарықтық, есептегіштің көрсеткіштері);
- осы құрылғы үшін стандартты командалардың сипаттамасы (жарықтық дәрежені белгілеу, деңгейін есептеу, қосу/сөндіру).

2.8-суретте бейнеленген сервер сипаты - клиенті бар кластерлер.



2.8-сурет – Кластер

ZigBee - сервер – бұл атрибут мәнін сақтай отырып, ZigBee - клиент құрылғы ретінде, қашықтан атрибут мәнін оқиды немесе жазады [11].

Мысалы, стандартты екі шам және қосқыш құрылғылары кластердің стандартты операцияларын жүзеге асыру мақсатында бірге өшіру/қосу жұмысын істей алады.

Бұл шам кластердің сервер бөлігі үшін жауапты болады. Ол қосу/өшіру төлсипатының мәнін сақтайды. Бұл ажыратқыш атрибутты қашықтықтан белгілейді және жүзеге асырады, осылайша ол клиенттік бөлігі кластер. Осы сияқты құрылғылар басқа клиенттік және серверлік кластерлердің бірін қамтуы мүмкін. Мысалы, осы мысалда ажыратқыштың одан әрі ол құрылғыны конфигурациялауы, оның көмегімен олардың режимдері туралы ақпаратты алуға болады, оған сәйкес кластер теңшелімі, бір сервер бөлігін қамтуы мүмкін.

ZCL кітапханасы функционалдық белгісі бойынша кластерлерді топтайды: жалпы мақсаты, датчиктермен бірге жұмыс істеу үшін, жарықтандыруды құрылғыларын басқару үшін, желдеткіш және т. б.

Хабарларды жіберу үшін стандартты кластерлерді пайдаланудың жаңа ерекшеліктері ZigBee PRO FeatureSet талабы болып табылады.

Профиль деп желі тораптарының бағдарламалық параметрлерін, олардың бірлескен жұмыстарын қамтамасыз ететін жиынтық. Профиль сипаттамасы желілік параметрлерінің берілу тәсілдерін сәйкестендіру, желіні құру режимі, ақпаратты қорғау тәсілдерінің параметрлерін анықтайды. Шифрлау алгоритмімен қатар блоктық шифр жұмыс атқарады.



## 2.5 Шифрлау алгоритмі

Шифрлау алгоритмі ретінде Американдық ұлттық стандарттар институтының 2000 жылдың ең үздік криптографиялық алгоритмі байқауының жеңімпазы болып жариялаған Rijndael алгоритмі, яғни AES пайдаланды.

AES-ті оның қарапайымдылығы мен операцияларды параллелдеу мүмкіншілігі ерекшелендіреді. AES ZigBee-дегі деректерді, сондай-ақ басқа да хаттамаларын қорғау үшін пайдаланылады. AES-тің жүктеуіште жүзеге асырылуы оның қолданбалы бағдарламада іске асыру қажеттілігінен босата алады. Алгоритм симметриялық кілті бар блоктар класына жіктеледі. Бұл ақпарат блоктармен шифрланады дегенді білдіреді, бұл жағдайда 16 байт және шифрлау мен дешифрлау үшін бір құпия кілтті пайдаланады. Кілт – кездейсоқ сандардың генераторы арқылы жасалған 16, 24 немесе 32 байт деректер. Кілтің ұзындығы неғұрлым қысқа болса, AES алгоритмі соғұрлым тезірек жұмыс істейді. Жүктеуіштің келтірілген жобасында 32-байттық кілт қолданған, MC1321x микроконтроллері AES-тің есептеулерін тез орындауда және кілт ұзындығы жүктеуіштің жылдамдығына аз әсер етеді.

Шифрлау алгоритмімен қатар блоктық шифрдың жұмыс істеу режимі де маңызды. Қойылған мақсат кодты ашып алуға жол бермеу, оны ауыстыруға мүмкіндік бермеу, сонымен қатар ағындағы кем дегенде бір биттің өзгеруі кейінгі ақпараттардың апатқа ұшырауы тиіс, яғни бөгде адамдардың белгілі бір шағын блокта ақпаратты бұрмаландыруға мүмкіндігі болмауы керек. Жүктеуіште шифрланған блоктардың ілінісуі (cipher block chaining - CBC) деп аталатын режим қолданылған. Бұл режимде ашық ақпараттардың әр блогі XOR операциясы көмегімен алдыңғы шифрланған ақпараттың блогымен қатпарланады.

Ақпараттық блок пен шифрлық блоктың ұзындықтары бірдей болуы керек, егер де бұл талап орындалмаса, онда ақпарат блогының ұзындығын керекті ұзындыққа дейін созу қажет. Жүктеуіште кездейсоқ сан генераторынан шығатын косымша ақпаратты пайдаланады.

Ақпараттық пакет дешифрланғаннан кейін жүктеуіш арнайы пакетінің басында қолтаңбаны тексереді. Сигнатура – алдын ала белгіленген шифрлау кезінде пакетке салынатын 4 байт. Сигнатураның қауіпсіздікте болуы, пакеттің дұрыс ашылғанын білдіреді.

AES жүзеге асырылуы MC1321x микроконтроллерінде FLASH жадының 1342 байт алады және ЖЖҚ 776 байт талап етеді [12].

*Алмасу хаттамасы.* Жүктеуіштің алмасу протоколы өте қарапайым. Ағынның пакеттері PC-дан интерфейс арқылы микроконтроллерге жіберіледі. Әрбір пакеттен кейін микроконтроллерден бір байтты жауап күтеді. Жауап оң болуы немесе қате кодын жіберуі мүмкін. PC бағдарламасы қатені тапқанша біраз уақыт кетуі мүмкін.

Бағдарламалау ағыны 2.9 суретте көрсетілгендей пішімі бар пакеттерден тұрады.



2.9 сурет – Дестенің пішіні

Дестелер бұйрықтарды немесе деректерді тасымалдай алады және мынадай түрлерінің болуы мүмкін:

- бағдарламаланатын деректер блогының берілуі;
- бағдарламаланатын деректердің парақшасының алдын ала дайындығының бұйрығын беруі;
- деректердің бағдарламаландырылуына бұйрық беруі;
- FLASH жадының парақшасын жою бұйрығын беруі;
- бақылау сомасын жазу туралы бұйрық беруі;
- микроконтроллерді бастапқы қалпына келтіру командасын беруі.

*Бағдарламалық қамтамасыз ету.* Мақаланың ішінен ағынды бағдарламалайтын генератор сияқты жұмыс істейтін ALYZil.exe бағдарламасын тауып алуға болады.

Бағдарлама Windows XP ортасында жұмыс істеу үшін арналған. Бағдарламамен қатар, сондай-ақ Delphi 7 ортасы үшін бастапқы мәтінін де жариялайды.

Кіріс деректер ретінде бағдарламалаушы ағынның генерациялау барысында, бағдарлама Intel HEX немесе Motorola S-records стандартындағы файлдарды қабылдайды [13].

Бағдарлама конфигурациялық файлымен қамтамасыз етіледі. Файлдың мазмұны жұп мәтіндік жолдар түрінде пайда болады: параметр атауы - мәні (2.1-кесте)

Бағдарламалау режимде бағдарлама файлдың ағынын жай ғана оқып және оны компьютердегі COM порты арқылы құрылғыға бағыттай алады. Бұл әрекетті орындау үшін, «Файл жүктелген бағдарлама» бос болуы керек. COM порты виртуалды болуы мүмкін мысалы, USB интерфейсінде іске асырылуы мүмкін немесе қашықтағы компьютерде орналасқан болуы мүмкін екенін атап өткен жөн. Бұл жағдайда қиындықтар тумайды себебі бағдарламада COM портының модемді дабылдары қолданбайды және айтарлықтай көп үзілістер жасалынған.

Құрылғыға қосылу үшін COM портының параметрлерін реттеу қажет. Бұл әрекетті орындау үшін, мәзірден «COM портын орнату» тармағын таңдаңыз. Тәжірибесіз пайдаланушылар COM портының нөмірінен басқасын 3-суретте көрсетілгендей барлық параметрлерді қалдыру керек.

## 2.1 кесте – Конфигурациялық файлдағы параметрлері сипатталынған кесте

Параметр атауы	Сипаттамасы
PAGE_SIZE	Flash Memory микроконтроллерінің бет өлшемі
MEM_SIZE	FLASH микроконтроллерінің жадының қол жетімді мөлшері
KEY1	Шифрлеу кілтінің бірінші бөлімі
KEY2	Шифрлеу кілтінің екінші бөлімі
KEY3	Шифрлеу кілтінің үшінші бөлімі
INITIAL_VECTOR	Шифрлау алгоритмін инициализациялау үшін бастапқы коды
SIGNATURE	Әрбір пакетпен бірге жүретін жазылу коды

Бағдарламалаушы ағынның генерациялануы үшін келесідей жасау керек: «Бағдарламалаушы ағынның генерациялануы» бөліміне өтіңіз, «Конфигурациялар файлы» жолағына конфигурацияланатын файлдың жолын және атауын енгізіңіз, «Жүктелетін бағдарламаның файлы» жолағына HEX немесе бағдарлама коды бар S19 кеңейтімімен жол мен файл атауын енгізіңіз, «Бағдарламалаушы ағынның файлы» жолағына шығыс файл атауын енгізіңіз, қалаған нәтижеге байланысты, екі батырманың бірін басыңыз. «Ағынды генерациялау» батырмасы файлдың ағынын тудырады, бірақ құрылғыда бағдарламалау жүзеге асырылмайды. «Құрылғыға жүктеу» батырмасы ағынды генерациялайды және құрылғыға жібереді. Егер «Жүктелетін бағдарламаның файлы» жолағы бос болса, онда ағын генерацияланбайды, «Бағдарламаланатын файлдың ағыны» жолағында көрсетілген файлдан оқу әрекетін жасайды. Сондай-ақ генерация кезінде екі нұсқасын анықтау қажет.

«Бағдарламалаудың алдында парақшаларды жою» - егер нұсқа белгіленсе, онда микроконтроллердің FLASH жадының 512 байтты парақшасын бағдарламалаудың алдында жүктеуіш оларды толығымен жояды, ал егер нұсқа белгіленбесе, онда жүктеуіш парақшаны бағдарламалау барысында парақшаның мазмұны жаңа деректермен қабаттаспайтын мекенжайларға сақтайды.

«Шығыс ағынын шифрламау» – белгіленген нұсқа, шығыс ағынның дұрыстығын тексеру мүмкіндігін бере отырып, шифрацияны өшіреді.

Төмен құнды Multilink жөндеушісін пайдаланылған кезде, пайдаланушыда қажетті қорғаныс атрибуттарын және жады конфигурациясын құруға ыңғайлы мүмкіндігі жоқ. Сондықтан жүктеуішті микроконтроллердің жадына жазғаннан кейін ол кездейсоқ түрлендірулерден қорғалмайды.

Жүктеуіш басып алған аумақтарды дұрыс конфигурациялау үшін және оларды кездейсоқ түрлендірулерден қорғау үшін «Қорғаныс блогының генерациясы» жолағындағы бағдарлама керекті биттарды және

микроконтроллердың FLASH жадында керекті парақшаны бағдарламалауға мүмкіндік береді. Бұл әрекеттерді микроконтроллердағы қосымша кодты бағдарламалағанға дейін жүргізген жөн.

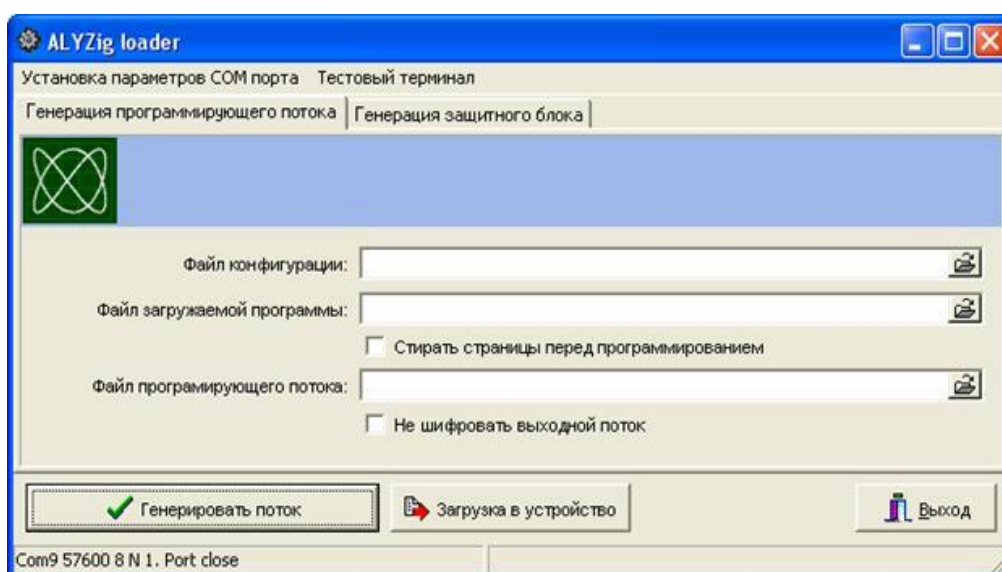
Жүктеуіш микроконтроллердің жадысының жоғарғы аумағында 0xE000 мекен-жайынан бастап орналасқан, сондықтан «FLASH жадының блоктарын қорғауға рұқсат беру» нұсқасын қосып және өлшемі 8192 байтты блокты таңдау керек. Сондай-ақ «Үзудің векторларын қайта бағыттауға рұқсат беру» нұсқасын керек.

«Бағдарламалардың жады мен ЖЖҚ оқудан қорғауға рұқсат беру» нұсқасы пайдаланушының қалауы бойынша өшірулі күйінде қалса болады. Оқылудан уақытша қорғауды алып тастайтын кілт тек он алты ретті сан болады және ол кілтті пайдаланушы бөлек жерге сақтауы тиіс, себебі бағдарлама оны ешқайда есіне сақтамайды.

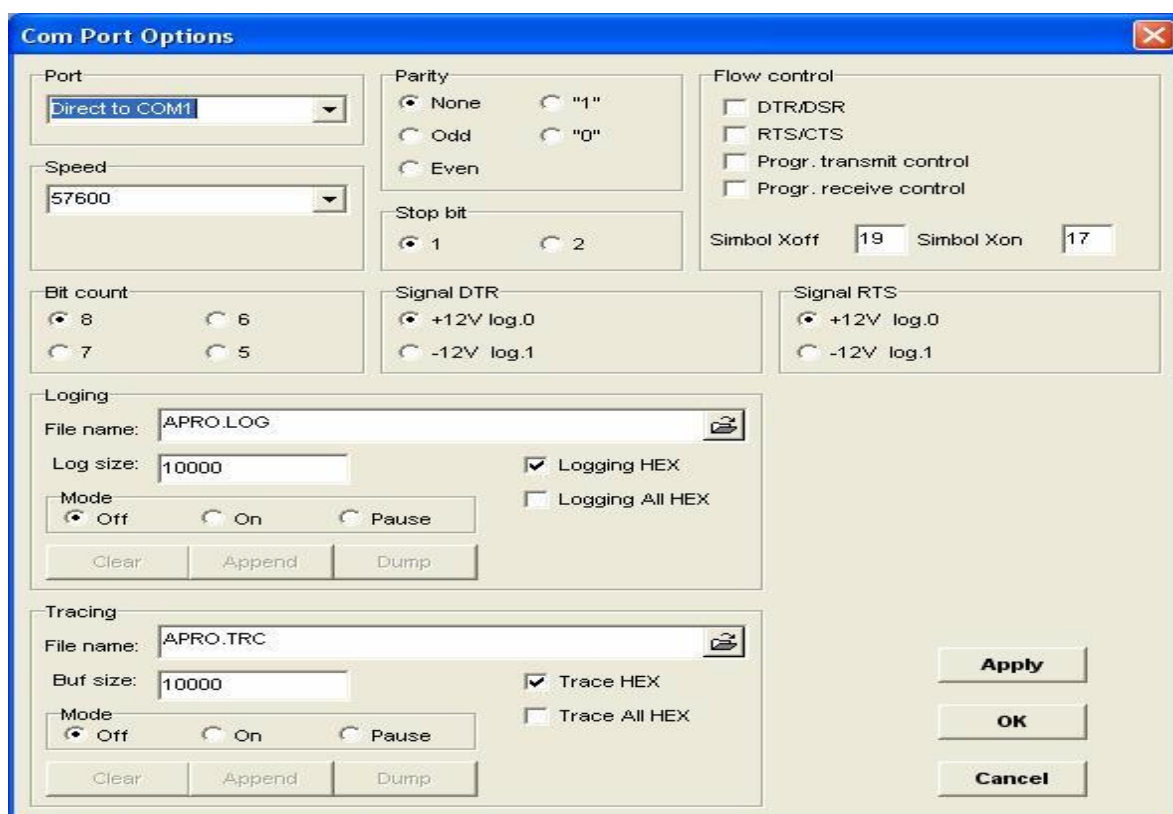
FLASH жадының блогын қорғағаннан кейін, берілген бағдарламаның конфигурациясын өзгерту мүмкін емес екенін есте сақтаған жөн. Оны жасаудың жалғыз жолы бар, ол үшін BDM арқылы микроконтроллердың FLASH жадысын толығымен тазалап және жүктеуішті қосып қайта бағдарламалау керек.

Жүктеуіш 13213-Network Coordinator Board (NCB) платасы үшін жасалынған, бірақ бастапты мәтінде аппараттық платформаның ерекшеліктері аз көрсетілген, сондықтан MC1321x микроконтроллерлер отбасы үшін олар айтарлықтай әмбебап деп санауға болады.

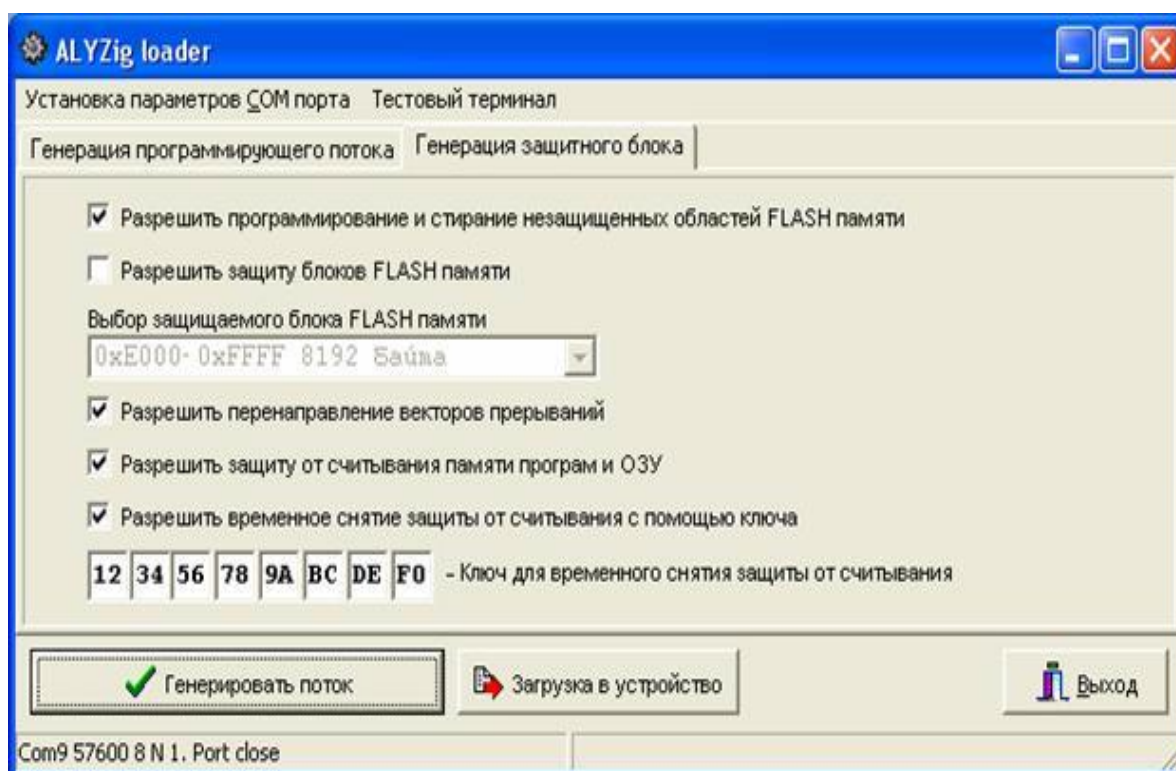
Микроконтроллердің жадындағы жүктеуіштің аумағын конфигурациялау үшін Project.prm файлын пайдаланады. Жүктегіштің кодының жадысының мөлшерін, рәсімдердің мекен-жайын, дестенің тереңдігін Project.map файлында көруге болады. Бағдарламасының негізгі терезесінің көріністері 2.10, 2.11 , 2.12 суреттерде көрсетілген.



2.10 сурет - ALYZil.exe бағдарламасының негізгі терезесінің көрінісі



2.11 сурет - COM портының параметрлерінің терезесінің көрінісі



2.12 сурет – Қорғаныс блогының генерациясының бетбелгілерінің көрінісі

### 3 Есептеу бөлімі

#### 3.1 Ақылды үй жүйесін ұйымдастыру және параметрлерді есептеу

Ақылды үй жүйесін құру үшін ZigBee модульдері мен сымсыз датчиктерді пайдаланылады. Өз жұмысымда, (86 м<sup>2</sup>) бөлмеде роутерлар мен датчиктердің арасындағы желіні жобалаймын. Бұл желіде MaxStream компаниясының XBee модульдері желіні реттеу үшін пайдаланады. Модульдің параметрлері 3.1-кестеде көрсетілген.

##### 3.1 кесте – XBee модулінің параметрлері

Параметрлері	XBee
Бөлмедегі тарау радиусы, м	30
Кеңістіктегі тарау радиусы, м	100
Максималды шығу қуаты, мВт	100 (20дБ/м)
Радиоарна арқылы деректерді беру жылдамдығы, бит/с	250000
Интерфейс арқылы деректерді беру жылдамдығы, бит/с	1200 .. 115200
Сезімталдылығы, дБм	-92
Кернеулілігі, В	2,8 .. 3,4
Беру режиміндегі тоқты тұтыну, мА	45
Қабылдау режиміндегі тоқты тұтыну, мА	50
Қуатты үнемдеу режиміндегі тоқты тұтыну, мкА	10
Жұмыс жиілігі, ГГц	2,4
Арналар саны	16
Желідегі мекен-жайлар саны	65000
Өлшемдері, мм	24,4*27,6
Температураның жұмыс диапазоны, С	-40 ... 85

ZigBee - XBee модульдері сымсыз датчиктер желісін салу үшін тамаша шешім болып табылады. ZigBee - XBee модульдері 3.1 суретте. Сымсыз датчиктардың мысалдары 3.2 суретте көрсетілген. Жұмыс желісін ZigBee хаттамасын зерттеуге көп уақыт кетірмей-ақ құруға болады. [2]



3.1 сурет – ZigBee - XBee модульдері



Мен қарастырып жатқан бөлменің жалпы ауданы  $86\text{м}^2$ . Мен бұл ауданда 1 түтін датчигін, 2 магнитті-контактты датчиктерді, 8 орналастырылған датчиктерді, 3 судың датчигтерін, 10 температура датчиктерін, 24 өшіргіштерді, 2 портты «Теплопорт» және 2 басқару панелдерін қондырамын. Түтін датчигіндегі модуль ретінде орнатылған соңғы қондырғы белгілі бір уақыт аралығында роутерға ақпаратты жібереді, ал роутер оны координаторға жібереді. Координатор өз кезегінде желілік мониторинг жасап, алынған деректерді USB порт арқылы серверға қосылған компьютерге жібереді. Датчиктерден түскен барлық деректер кезегінде серверлы компьютерде өңделеді. Өз кезегінде серверлы компьютер өрттің себептері болған жағдайда интернет немесе GSM модуль арқылы өрт сөндіргіштерге дабыл жібереді.



3.2 сурет – Сымсыз түтін датчигі, сымсыз қозғалыс датчигі, магнитті датчик және өшіргіш

Сымсыз түтін датчигі. Көрінетін жанатын өнімдердің бөлшектеріне әсер етеді. Түтін концентрациясы шекті деңгейден асатын болса, датчик орталығы тақтасына өрт дабылын жібереді және қондырылған сиренасы іске қосылады. Датчик тізбегінде ZigBee модульдерін енгізу жұмыс мамандарының біраз уақыт алады.

Сымсыз қозғалыс датчигі. Жұмыс істеу принципі деңгейін бақылауда негізделген. Датчиктің шығысындағы сигнал ИК-сәулеленудің деңгейімен байланысты. Адам көрінген кезде (немесе басқа да массалы фонның температурасынан жоғары) пироэлектрикалық датчик шығысында кернеу артады. Объекттің қозғалыста екенін анықтау үшін датчикта оптикалық жүйе Френел линзасы пайдаланады. Кейде Френел линзасының орнына ойыс айналар сегментінің жүйесін пайдаланалады. Датчиктің сезімталдығына байланысты, соңғы сигнал пироэлементке беру үшін 2 немесе 3 импульс келуі керек.

Магнитоконтактті хабарлауыштар есік және терезе тесіктерін бұғаттау үшін арналған, «қақпан» сияқты құрылғылардың ұйымдастыруы, сондай-ақ дабыл басқару панеліндегі байланыстар арқылы ғимараттар мен құрылыстардың басқа құрылымдық элементтерін бұғаттау үшін орталықтандырылған мониторинг жүргізеді.

Zigbee ажыратқышы ішкі және сыртқы ажыратқыштардын тұрады, сондықтан ZigBee командасын қолмен және қашықтан басқаруға болады.

Радиодатчикта қауіпсіз тоқ көзі бар (CR 2450 батареясы), пластиналар үшін ешқандай қауіп-қатерсіз. Пластинаға су тиген жағдайда радио датчик қосылады, нәтижесінде екеуінің арасында кедергінің күрт төмендеуіне әкеледі. Датчик судың ағып кету ықтималдылығы көп жерде орнатылады (раковина астындағы еденге, ваннаға, кір жуғыш машина және т.б.).

Судың датчигіне су тиген жағдайда ол авариялық дабыл жібереді. Судың ағып кетпеуін қадағалайтын сымсыз датчик, температураның сымсыз датчигі және басқару панелі 3.3 суретте көрсетілген.

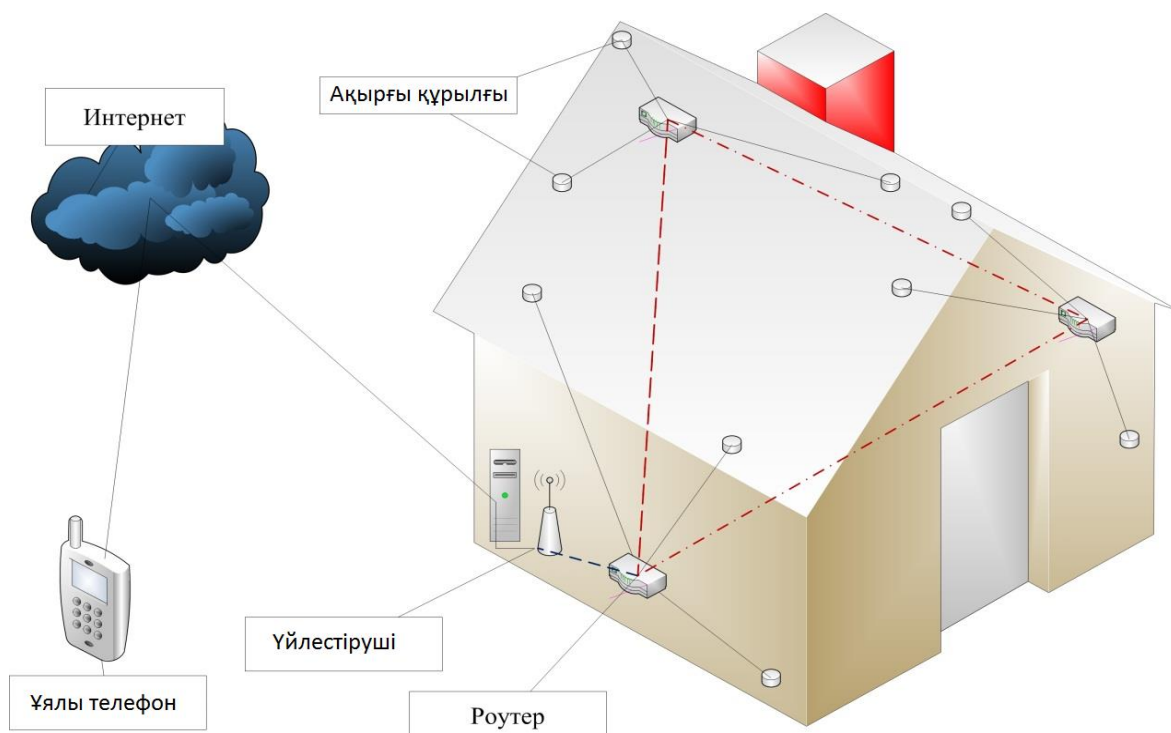


3.3 сурет – Судың ағып кетпеуін қадағалайтын сымсыз датчик, температураның сымсыз датчигі және басқару панелі

Сымсыз температура мен ылғалдылық датчигі бөлмеде температура мен ылғалдылықты өлшеу үшін пайдаланылады. Датчикта орналасқан сұлба көмегімен температура деңгейін анықтауға болады, сондай-ақ салыстырмалы ылғалдылық деңгейін анықтап, оны орталық блокқа жіберуге мүмкіндік береді.

«Теплопорт» жүйесі бірнеше (512 дейін) бөлмелердің жылуын басқаруға мүмкіндік береді. Температура өлшеу диапазоны 0-ден 125°C дейін (сауна). Компьютерлік басқару жасау арқылы кез келген жылу бағдарламасын орнатуға болады. Бұл жылу басқару жүйесі электр жылыту және басқа да жылу жүйелерінде де пайдалануға болады. Әрбір бөлме жеке апталық күнтізбе бойынша жұмыс істейді. Күн тәртібі екі уақытша айнымалылармен бөлінген «түн»/«күн» және «күн»/«түн» деп аталады.

ZigBee негізделген 3.4 суретте көрсетілген.



3.4 сурет – Ақылды үй жүйесінің архитектурасы

### 3.2 Сигналдың әсер ету аймағын есептеу

Қорытындысыз қашықтық формуласын есептеу. Ол еркін кеңістіктегі инженерлік формуласынан шыққан:

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D) \quad (3.1)$$

мұндағы FSL (free space loss) – кеңістіктегі жоғалулар (дБ);

F – байланыс жүйесі жұмыс істейтін каналдың орта жиілігі (МГц);

D – екі нүктенің арақашықтығы (км).

FSL жүйесінің жалпы күшейтумен анықталады. Ол төмендегідей есептеледі:

$$Y_{\text{дБ}} = P_{t,\text{дБ}} + G_{t,\text{дБ}} + G_{r,\text{дБ}} - P_{\text{min},\text{дБ}} - L_{t,\text{дБ}} - L_{r,\text{дБ}} \quad (3.2)$$

мұндағы  $P_{t,\text{дБ}}$  – таратқыштың қуаты;

$G_{t,\text{дБ}}$  – коэффициенті;

$G_{r,\text{дБ}}$  – қабылдағыш антеннаның күшейту коэффициенті;

$P_{\text{min},\text{дБ}}$  – қабылдағыштың нақты сезімталдығы;

$L_{t,\text{дБ}}$  – таратқыш тракттың сигналының жоғалуы;

$L_{r, \partial B}$  – қабылдағыш тракттың сигналының жоғалуы.

3.2 кесте – XBee , XBee PRO модульдерінің техникалық сипаттамалары

Параметрлері	XBee	XBee Pro
Бөлмедегі тарау радиусы, м	30-100	100-1000
Кеңістіктегі тарау радиусы, м	100	>1000
Шығыс қуаты, мВт	100 (20дБ/м)	100 (20дБ/м)
Тарату жылдамдығы, кбит/сек	250	
Қабылдағыштың сезімталдығы, дБм	-92	-100
Қабылдау режиміндегі тоқ, мА	45	270
Жиілік диапазоны, ГГц	2,4	
Жұмыс істейтін температура	-40°C ...+85 °C	
Арналар саны	16	13

FSL төмендегі формуламен есептеледі:

$$FSL = Y_{\partial B} + SOM \quad (3.3)$$

SOM (System Operating Margin) – энергетикадағы радиобайланыстың қоры (дБ).

Қашықтыққа теріс әсерін тигізетін факторлар да қарастырылады, мысалы [14]:

- қабылдағыштың температура дрейфінің сезімталдығы және таратқыштың шығыс қуаты;
- атмосфералық құбылыстар: тұман, қар, жаңбыр;
- антеннасының, қабылдағыштың, антенна-фидерлық трактпен сәйкес келмеуі.

SOM параметрі әдетте 10 дБ болып қабылданады. Инженерлік есептеулер үшін 10 дБ жеткілікті деп саналады.

Содан кейін, арналар санына байланысты орта жиілігін есептейміз. Менің жағдайымда ол 14 арна. Орта жиілік 3.2 кестеден алынады.

3.3 кесте – Орта жиілікті анықтау

Арна	Орта жиілік (МГц)
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437

### 3.3 кестенің жалғасы

Арна	Орта жиілік (МГц)
7	2442
8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467
13	2472
14	2484

3.4 кестеден сигналдың әр түрлі бөгеуілдерден: терезелер, қабырғалар, есіктер және т.б. өткен кездегі жоғалуын анықтаймыз.

### 3.4 кесте – Сигналдың тарату ортасынан өшуі

Атауы	Өлшем бірліктері	Мағынасы
Кірпішті қабырғадағы терезе	дБ	2
Металды рамадағы шыны	дБ	6
Қабырға	дБ	6
Темір есік	дБ	7
Шыныволокно	дБ	0.5-1
Шыны	дБ	3-20
Жаңбыр мен тұман	дБ/км	0.02-0.05
Есіктер	дБ/м	0.35
Pigtale кәбілді құрылысы	дБ	0.5
NCS F24xxx жолақты фильтрі	дБ	1.5
Коаксиалды кәбіл	дБ/м	0.3
N-type ойығы	дБ	0.75
Электр инжекторы	дБ	0.5

Алдыңғы формуланы оңайлатып, нәтижесінде қашықтық формуласын аламыз:

$$D = 10^{\left(\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - \lg F\right)} \quad (3.4)$$

Шешуі:

XBee PRO модулін пайдалану

FSL параметрлерін анықтау:

$$G_{t,\partial B} = G_{r,\partial B} = 0$$

Көрсетілген бөлмеде тікелей көрініске бұғаттар болғандықтан, сол бұғаттар үшін әртүрлі жоғалулар болатынын назарға алу керек. Бұл жағдай роутер мен ең қашық орналасқан датчиктің арасында 2 қабырға бар. Осыған орай 3.2 кестеде көрсетілгендей жоғалулар болады.

$$2xL_{\text{офис.қабырға}}=12.$$

3.2 –теңдеуде көрсетілгендей жүйенің күшеюі:

$$Y_{\partial B} = P_{t,\partial B} + G_{t,\partial B} + G_{r,\partial B} - P_{\min,\partial B} - L_{t,\partial B} - L_{r,\partial B} = 98\text{дБ}$$

SOM=10 болған жағдайда кеңістіктегі жоғалулар 3.3 теңдеудегідей:

$$FSL = Y_{\partial B} + SOM = 88\text{дБ}$$

Осыдан 3.4 –теңдеудің қашықтығын аламыз:

$$D = 10^{\left(\frac{88}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2483\right)} = 234\text{м}$$

XBee модулін пайдаланып, FSL параметрлерін анықтау:

$$G_{t,\partial B} = G_{r,\partial B} = 0.$$

Көрсетілген бөлмеде тікелей көрініске бұғаттар болғандықтан, сол бұғаттар үшін әртүрлі жоғалулар болатынын назарға алу керек. Бұл жағдай роутер мен ең қашық орналасқан датчиктің арасында 2 қабырға бар. Осыған орай 3.2 кестеде көрсетілгендей жоғалулар болады.  $2xL_{\text{офис.қабырға}}=12$

3.2 – кестеде көрсетілгендей, жоғалулар болады:

$$Y_{\partial B} = P_{t,\partial B} + G_{t,\partial B} + G_{r,\partial B} - P_{\min,\partial B} - L_{t,\partial B} - L_{r,\partial B} = 81\text{дБ}.$$

SOM=10 болған жағдайда кеңістіктегі жоғалулар 3.3 теңдеудегідей

$$FSL = Y_{\partial B} + SOM = 71\text{дБ}.$$

Осыдан 3.4 теңдеудің қашықтығын аламыз:



$$D = 10^{\left(\frac{71}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2484\right)} = 33 \text{ м.}$$

### 3.3 Шуды есептеу

Кез-келген ақпаратты жіберу кезінде, сондай-ақ қабылдау нүктесіне таратушы нүктесінен оның таралу кезінде бастапқы толқыны өзара іс-қимыл жасап, қосымша жағымсыз сигналдар арқылы өзгертіліп отырады. Осы жағымсыз сигналдар шуыл деп аталады. Шуыл байланыс жүйесін баяулататын негізгі фактор болып саналады.

Шуылдарды төрт категорияларға бөлуге болады:

- жарық шуылы;
- интермодуляционды шуыл;
- тоғыспалы шуыл;
- импульсті шуыл.

Электрондардың жылу қозғалысының нәтижесінде жылу шуылы пайды болады. Шуылдың бұл түрі барлық электр құралдарына әсер етеді, сондай-ақ электромагниттік сигналдарды беру процесіне де. Жылу шуылы температураның функциясы болып табылады және біркелкі жиілік спектрі арқылы үлестіріледі, сондықтан шуылдың бұл түрін ақ шуыл деп те атайды. Жылу шуылын жою мүмкін емес, сондықтан ол байланыс жүйелерінің ең жоғарғы орындалу шегін айқындайды. Жер спутнигінен қабылданған сигнал әлсіз болғандықтан, жылу шуылы спутниктік байланыс жүйелеріне айтарлықтай әсерін тигізеді.

Кез келген құрылғы үшін ені 1 Гц жолақта бар жылу шуылы:

$$N_0 = kT \quad (3.5)$$

мұндағы  $N_0$  – шуыл қуатының тығыздығы 1 Гц жолақта;

$k$  – Больцман тұрақтысы,  $k = 1,3803 \times 10^{-23} \text{ Дж/К}$ ;

$T$  – температура в Кельвинах (абсолютная температура).

Шу жиілікке тәуелді емес, деп есептеледі. Осыдан, жиілік Гц диапазонында кездесетін жылы шуды былай өрнектейміз:

$$N = kTB. \quad (3.6)$$

Децибел-ватты пайдалана, берілген өрнекті жазамыз:

$$N = 10 \lg k + 10 \lg T + 10 \lg B \quad (3.7)$$

Zigbee арнасының енін 5 МГц-ке тең деп, осы (3.7) өрнектен алатынымыз:

$$N = 10 \lg 1.38 \cdot 10^{-23} + 10 \lg 293 + 10 \lg 5 \cdot 10^6 = -137 \text{ (Вт/Гц)}$$

Егер, әр жиіліктегі сигнал әртүрлі ортада берілсе, интермодуляциялық шудың орны болады. Интермодуляциялық шу дегеніміз, екі шығыс сигналының жиілігінің туындауынан немесе айырымынан пайда болатын бөгеуіл, Мысалы, екі сигналдың  $f_1$  және  $f_2$  жиіліктегі араласып кетуі. Ол үшін, паразиттік сигнал байланыс сигналымен  $f_1 + f_2$  жиілікте араласып кетеді.

Интермодуляциялық ш, қабылдағыш пен таратқыштың сызықты еместігі әсерінен пайда болады. Барлық көрсетілген компоненттер, сызықты жүйе ретінде қабылданады, яғни, кейбір константаға көбейтілген шығыс қуаты кіріс қуатына тең. Сызықты емес жүйе үшін, шығыс қуаты кіріс қуатына қиын функция болып табылады. Сызықты емес, бір бөлшегінің ақаулығынан немесе сигналдың артық қуат пайдалануынан туындайды. Көрсетілген жағдайларда бөгеуілдер жиілікте немесе берілген сигналдың жиілік айырмашылығында пайда болады.

Қиылысу бөгеуілімен әрбір адам кездескен, мысалы, телефонды пайдалану уақытында, бөгде адамдардың дауысы естіледі, сол қиылысу бөгеуілі болып саналады. Бөгеуілдің бұл типі сигналды таратудағы қажет емес трактілердің бірігуі салдарынан пайда болады. Мұндай бірігу, жақын орналасқан қосарланған параның ілінісуінен болуы мүмкін. Сонымен қатар СВЧ диапазондағы антеннаның басқа сигналдарымен қабылдау уақытында пайда болуы мүмкін.

Осылардың барлығына қарамастан, байланыстың көрсетілген типі үшін, жоғары дәлдікте бағытталған антенналар пайдаланады. Сигналды тарату барысында қуаттың жоғалып кетуінен қашу мүмкін емес. Жылу шуының қуаты қиылысу бөгеуілінің қуатына тең. Барлық көрсетілген бөгеуілдің типтері қуаттың тұрақты деңгейімен сипатталады. Сонымен, көрсетілген бөгеуілдерге тұрақты болатын, тарату сигналының жүйесін жобалауға болады.

Бірақ, жоғарыда келтірілген бөгеуілден басқа, импульстік бөгеуілдер де бар, табиғатына қарай үзікті және реттелмейті импульс немесе жоғары амплитудалы, пакеттердің қысқа уақытты шуынан пайда болады. Бұл импульстің пайда болу себептері өте көп, сыртқы электромагниттік әсерден немесе байланыс жүйесінің дефектісінен болуы мүмкін.

### 3.4 Желі шығынын есептеу

Азқуатты байланыстың сымсыз арналарын көптеген зерттеулерден байқайтынымыз шынайы жүйеде байланыс сапасы кішкене ауытқиды. Сонымен қатар, тораптар арасындағы байланыс асимметриялық болады.

Көбінесе, іс жүзінде Zigbee желісі, сыртта емес ғимараттар ішінде қолданылады. Менің жұмысымда, Zigbee желісі ауданы  $86 \text{ м}^2$  үйде іске асырылған. Бөлме ішіндегі сигналдың таралуын анықтау үшін, трактідегі шығынның таралуын есептейтін өрнек пайдаланамыз:

$$P_{r, \text{дБ}} = \frac{P_{t, \text{дБ}} G_{t, \text{дБ}} G_{r, \text{дБ}} \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \quad (3.8)$$

мұндағы  $P_{\text{тдБ}}$  – таратушы антенна сигналының қуаты;

$P_{гдБ}$  – антеннаның қабылдағышына түсетін сигналдың қуаты;  
 $\lambda$  – таратушы толқынның ұзындығы;  
 $d$  – екі антенна арасындағы сигналдар ара қашықтығы;  
 $G_{тдБ}$  – таратушы антеннаның күшейту коэффициенті;  
 $G_{гдБ}$  – қабылдағыш антеннаның күшейту коэффициенті.

Ашық бөлмедегі сол мәндегі әлсіреуді децибелмен есептеу үшін, көрсетілген қатынастан ондық логарифмді алып, содан кейін алынған нәтижеге 10 ды көбейтеміз.[15]

$$P_L = 10 \log \frac{P_{t, \text{дБ}}}{P_{r, \text{дБ}}} = -10 \log \frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \quad (3.9)$$

Трактіде шығынды қалыпты-логарифмді тарату моделі:

$$P_L(d) = 20 \log_{10}(f_{\text{MHz}}) + 20 \log_{10}(d) - 28 \quad (3.10)$$

$P_{тдБ}=100$  мВт (20 дБмВт),  $G_{тдБ}=1$ ,  $G_{гдБ}=1$ ,  $\lambda=0,125$  м,  $d=35$  м, 3.10 өрнек бойынша, антеннаның қабылдағышына түсетін сигналдың қуатын есептейміз.:

$$P_{r, \text{дБ}} = \frac{100 \cdot 10^{-3} \cdot 3,16 \cdot 3,16 \cdot (0,125)^2}{(4 \cdot 3,14)^2 \cdot (35)^2} = 8,06 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} = 8,06 \cdot 10^{-5} \text{ мВт}$$

$$P_{r, \text{дБ}} = 10 \log(8,06 \cdot 10^{-5} \text{ мВт}) = -73.12 \text{ дБмВт}$$

Туындаған қарсылықтар арқасында әлсіреуді ескере, трактідегі шығынның қалыпты-логарифмді тарату:

$$P_L(d) = \bar{P}_L(d_0) + 10n \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right) + X_\sigma \quad (3.11)$$

мұндағы  $\bar{P}_L(d_0)$  – эталондық арақашықтықтағы өшу;

$X_\sigma$  - стандартты ауытқумен децибелмен, нөлдік гаусстік кездейсоқ шама, мәндер интернет сайттан алынған; [16]

$d_0$  - таратқыш пен қабылдағыш модулі арасындағы арақашықтық. (1200м еркін кеңістікте);

$d$  - таратқыш пен қабылдағыш модулі арасындағы эталондық арақашықтық (100м бөлмедегі);

$n$  - трактідегі шығын дәрежесінің көрсеткіші (офистік бөлме үшін, орташа мән  $n=3$  ауытқуымен 7дБ);

Жоғарыдағы теңдеуден, өрнектейтініміз:

$$\bar{P}_L(d) = 20\log_{10}(f_{MHz}) + 10n\log_{10}(d) - 28 + X_\sigma \quad (3.12)$$

мұндағы  $f$  - модуль жиілігі– 2400 МГц; бөлме ішіндегі модульдер арасындағы қашықтық 100 м;

$X$ - мәні 3.2 кестеде келтірілген.

Берілгендерді қоя отырып, келесі мәндерді аламыз:

$$\bar{P}_L(d) = 20\log_{10}(2400) + 10(3)\log 100 - 28 + X_\sigma = 99,6 \text{ dB}.$$

### 3.5 Delphi бағдарламасы көмегімен параметрлерді есептеу

Параметрлерді есептеуді Delphi бағдарламасы көмегімен жүргіземіз: еркін кеңістіктегі шығынды, толқын ұзындығын, байланыс ұзақтығын, сигналдың кірісіндегі қуатты, шудың қуатының тығыздығын, сигналдың әлсіреуін және жылу шуын есептейміз. «Старт» батырмасын басқанда, бірінші бағанада, жиілік параметрін есептеу үшін, бізге қажет берілгендер шығады: жиілік, сезімталдық, шығыс қуаты, радиобайланыстағы энергетика қоры, қабылдаушы және таратушы трактідегі сигналдың шығыны және трактідегі дәреженің көрсеткіші. «Есептеу» батырмасын басқанда, бізге қажет нәтиже шығады. Delphi бағдарламасымен параметрлерді есептелуі 3.5 суретте көрсетілген.

Данные		Результат			
Частота, МГц	2400	98	Y1, Суммарное усиление, дБ	80	Y2, Суммарное усиление, дБ
Чувствительность, Pmin1, дБ	-100	88	FSL1, дБ	70	FSL2, дБ
Рвык1, дБ	20	0,125	Длина волны, м	29,49	Дальность связи, D2, м
SOM1, дБ	10	234,31	Дальность связи, D1, м	-41,1	Входная мощность сигнала, P1, дБ
L1, ослабление, дБ	4	-44,66	Входная мощность сигнала, P1, дБ	90,57	Ослабление сигнала, P12, дБ
L2, ослабление, дБ	18	99,6	Ослабление сигнала, P1, дБ	-149,4	Плотность мощности шумов, дБ
В, МГц	5	-141,45	Плотность мощности шумов, дБ		
Показатель степени в тракте, n=3	3	-196,94	Тепловой шум, Вт/Гц	48,19	Тепловой шум, Вт/Гц
Чувствительность, Pmin2, дБ	-92				
Рвык2, дБ	10				

Buttons: Старт, Расчет, Закрыть

3.5 сурет – Delphi бағдарламасымен параметрлерді есептеу

### 3.6 Бағдарламада есептелуі

```
unit Unit1;  
interface  
uses  
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,  
  Dialogs, StdCtrls, math;  
type  
  TForm1 = class(TForm)  
    Edit1: TEdit;  
      Edit2: TEdit;  
      Edit3: TEdit;  
      Edit4: TEdit;  
      Edit5: TEdit;  
      Edit6: TEdit;  
      Label1: TLabel;  
      Label2: TLabel;  
      Label3: TLabel;  
      Label4: TLabel;  
      Label5: TLabel;  
      Label6: TLabel;  
      Label7: TLabel;  
      Edit7: TEdit;  
      Label9: TLabel;  
      Edit9: TEdit;  
      Edit10: TEdit;  
      Edit11: TEdit;  
      Edit12: TEdit;  
      Edit13: TEdit;  
      Edit14: TEdit;  
      Edit15: TEdit;  
      Edit16: TEdit;  
      Edit17: TEdit;  
      Button1: TButton;  
      Button2: TButton;  
      Button3: TButton;  
      Label10: TLabel;  
      Label11: TLabel;  
      Label12: TLabel;  
      Label13: TLabel;  
      Label14: TLabel;  
      Label15: TLabel;  
      Label16: TLabel;   Label17: TLabel;  
      Edit18: TEdit;
```

```

        Label18: TLabel;
        Edit19: TEdit;
        Label19: TLabel;
        Edit20: TEdit;
        Label20: TLabel;
        Edit21: TEdit;
        Edit22: TEdit;
        Edit23: TEdit;
        Edit24: TEdit;
        Label21: TLabel;
        Label22: TLabel;
        Label23: TLabel;
        Label24: TLabel;
        Edit25: TEdit;
        Label25: TLabel;
        Label26: TLabel;
        Edit26: TEdit;
        Label8: TLabel;
        procedure Button1Click(Sender: TObject);
        procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;
var
Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
    F,Pm1,Pm2,Pv1,Pv2,SOM1,SOM2,L1,L2,R1,R2,B,n,La,Y1,Y2,FSL1,F
    SL2,D1,D2,Pr1,Pr2,Pl1,Pl2,N01,N02,N0,N1,N2,T:real;
    pi:real;
    d:real;
begin
    F:=StrToFloat(edit1.text);
    Pm1:=StrToFloat(edit2.text);
    Pv1:=StrToFloat(edit3.text);
    SOM1:=StrToFloat(edit4.text);
    L1:=StrToFloat(edit5.text);
    L2:=StrToFloat(edit6.text);
    B:=StrToFloat(edit7.text);

```



```

n:=StrToFloat(edit9.text);
Pm2:=StrToFloat(edit18.text);
Pv2:=StrToFloat(edit19.text);
pi:=3.14;
T:=293;
d:=1.38/exp(23*ln(10));
Y1:=Pv1-Pm1-L1-L2;
FSL1:=Y1-SOM1;
La:=300/F;
D1:=1000*exp((FSL1/20-33/20-ln(F)/ln(10))*ln(10));
Pr1:=(Pm1*sqr(3.16)*sqr(F))/sqr(4*pi)*sqr(35)*0.000000001;
Pl1:=20*ln(F)/ln(10)+n*10*ln(100)/ln(10)-28;
N01:=8.4+10*(ln(d*T*256000)/ln(10));
N1:=10*ln(d)/ln(10)+10*ln(T)/ln(10)+10*ln(B)/ln(10);
Y2:=Pv2-Pm2-L1-L2;
FSL2:=Y2-SOM2;
D2:=1000*exp((FSL2/20-33/20-ln(F)/ln(10))*ln(10));
Pr2:=(Pm2*sqr(3.16)*sqr(F))/sqr(4*pi)*sqr(35)*0.000000001;
Pl2:=20*ln(F)/ln(10)+n*10*ln(100)/ln(10)-28;
N2:=10*ln(45)/ln(10)+10*ln(T)/ln(10)+10*ln(B)/ln(10);
N02:=8.4+10*(ln(d*T*40960)/ln(10));
Edit10.text:=FloatToStr(Y1);
edit11.text:=FloatToStr(FSL1);
edit12.text:=FloatToStr(La);
edit13.text:=FloatToStr(D1);
edit14.text:=FloatToStr(Pr1);
edit15.text:=FloatToStr(Pl1);
edit16.text:=FloatToStr(N01);
edit17.text:=FloatToStr(N1);
edit20.text:=FloatToStr(Y2);
edit21.text:=FloatToStr(FSL2);
edit22.text:=FloatToStr(D2);
edit23.text:=FloatToStr(Pr2);
edit24.text:=FloatToStr(Pl2);
edit25.text:=FloatToStr(N02);
edit26.text:=FloatToStr(N2);
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin,form1.Close;
end;
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
edit1.Text:='2400';
edit2.Text:='-100';

```

```
edit3.Text:='20';  
edit4.Text:='10';  
edit5.Text:='4';  
edit6.Text:='18';  
edit7.Text:='5';  
edit9.Text:='3';  
edit18.Text:='-92';  
edit19.Text:='10';  
end;  
  
end.
```

## **4 Өміртіршілік қауіпсіздігі**

### **4.1 Еңбек жағдайын талдау**

Жобада офистік мекемелерде желіні жаңарту үшін локальді желілерді жобалау технологиясын пайдаланудың архитектуралық сұрақтарына ерекше көңіл бөлінеді және маршрутизаторсыз әртүрлі желілердің бірігуі қарастырылады.

Локальді желінің қондырғылары, локальді желі үшін қондырғылар және үздіксіз қоректену қондырғылары тұрған техникалық бөлме офистік мекеменің этаждарының бірінде орналасқан, ал операторлық бөлме көрші бөлмеде орналасады. Станциялық жабдықтарға қарағанда техникалық бөлме салыстырмалы түрде кішігірім ауданды қамтиды, техникалық бөлмеде бір телекоммуникациялық шкафаға құрастырылған, штативтерге құрастырылған климаттық қондырғылар және үздіксіз түзету қондырғылары мен трансформаторлар орналасады.

Бұл бөлімде есептеу орталықтарында қойылатын жабдықтарды орналастыру және жоспарлау талаптары қарастырылады, себебі, қызметкер уақытының негізгі бөлігін сонда өткізеді, ал техникалық бөлмеге жабдықтың жұмысының есебін алу үшін кезекші тәулігіне екі рет кіреді, есеп агниттік тасымалдаушыларға тіркеледі де мұрағатқа жіберіледі.

Операторлардың жұмысы компьютерлермен байланысты.

Бұл белгілі бір адамның оператордың психофизикалық мүмкіндіктері болады, ол жүйенің жұмыс істеуінің тиімділігіне жауап береді, соның ішінде қиын-қыстау жағдайларда.

Бұдан басқа, еңбек процесінде оның сипаты операторлық қызмет үшін қозғалыс белсенділігін төмендету болып табылады

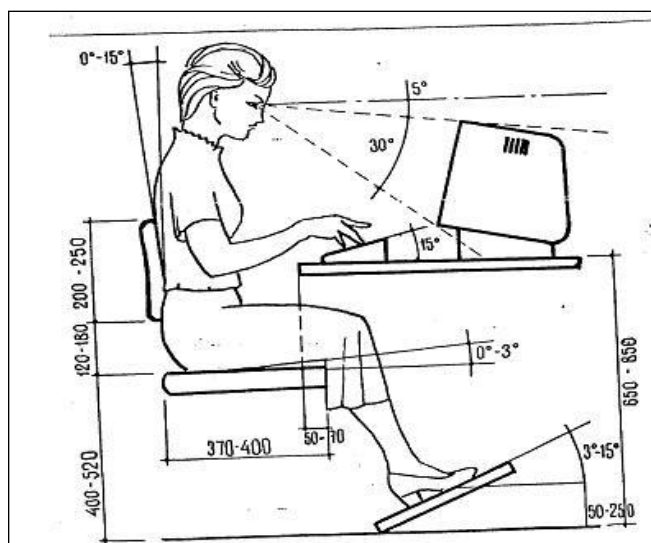
Сонымен қатар, оператор жадыда қабылдайды, ұстап қалады және көлемі бойынша біраз ақпаратты өңдейді, жүйенің жай күйін басқарады және шешім қабылдайды, яғни, белсенді аңғару, есте сақтау, ойлау- ақыл ой, психикалық процесстерді еңбек ету барысында талап етеді.

Оператордың еңбегінің режимі үш немесе екі сменге сәйкесінше 8 немесе 12 сағатқа ұйымдастырылған. Тәулік бойы ауысымдық еңбек режимінде тамақ ішу үшін және қысқа мерзімді демалысқа уақыт қарастырылмаған, жұмыс уақытына кіреді.

Есептеуіш орталығының бөлмесінде жабдықтарды орналастыру жоспары 4.1 суретте көрсетілген, операторлық бөлме мөлшері: 3000X4000. Төбенің биіктігі:  $H=3,5$  м. Есік ойығының ені 1 м. Терезе ойығының ені – 2 м, биіктігі– 1 м, еденнен 1 м.биіктікте орналасқан. Қабырғалар дыбыс оқшаулайтын.

Жұмыс орындарын ұйымдастыруды заманауи эргономикалық талаптар негізінде жүзеге асырамыз. Жұмыс жиһаздарының құрылысы (столдар мен креслолар)жеке реттеу мүмкіндіктерін қамтамасыз етеді және ыңғайлы қалып тұғызады. Жиі пайдаланылатын еңбек заттары және басқару органдары оңтайлы жұмыс аймағында орналасады.

Жұмысты отырып орындау үшін жұмыс орны (ГОСТ 12.2.032-78. талаптарына сәйкес келеді «ССБТ. Отырып жұмыс істегендегі жұмыс орны, жалпы эргономикалық талаптар») [17]. Оператор жұмыс істеу процесінде 4.1.суретте көрсетілгендей жағдайда болады.



4.1 сурет – Оператор үшін жұмыс жиһазының параметрі ( мм және градусте)

Микроклимат параметрін үйлестіру, қоршаған ортамен адамның жылуалмасуының бұзылу орнын, микроклиматты салқындату және жылыту түсінігімен сипаттайды

Жылыту микроклиматы – микроклимат параметрінің үйлесуі (ауа температурасы, ылғалдылық, қозғалыстың жылдамдығы, жылу бөлінуі), қоршаған ортамен адамның жылуалмасуы бұзылу орны, организмде жылу жинақтаудың оңтайлы шамасы ( $>0,87$  кДж/кг)

Бөлмедегі ысыту микроклиматын бағалау үшін (жыл мезгіліне тәуелсіз), сонымен қатар, жылдың жылу периодында, ашық территорияда, интегральді көрсеткіш – ортаның жылу жүктемесі(ТНС-индекс) пайдаланылады.ТНС индексінің мәндері шаманың шегінен шықпау керек.

Салқындату микроклиматы –микроклимат параметрінің үйлесуі, организмнің жылуалмасуының орны болады, организмде жалпы немесе жылудың локальді дефицитіне алып келеді ( $<0,87$  кДж/кг адамның еңбек ету жағдайына байланысты, жылу мен функционалды жағдайына қарай дененің температурасы төмендеу нәтижесінде(дененің «өзек» және «қауыз» температурасы – организм тканьдерінің терең және беткі қабаттарының температурасына сәйкес), микроклимат көрсеткіштері (ысып кету және салқындап кету) бойынша, қауіп қатер және зияндылықтың класстарына жатқызады. Микроклиматтың оңтайлы жағдайы (1 класс) адамның функционалды және оңтайлы жылу критерияларына қарай орнатылған. Олар, сағаттық жұмыс ауысымы кезінде, механизмдердің термореттеуі минимал

кернеуде болған кезде, жалпы және локальді жылу комфортімен қамтамасыз етеді, денсаулық жағдайына ауытқулар шақырмайды.

Жұмыс орнында микроклиматтың оңтайлы параметрлері 1 кестеде келтірілген шамаларға сәйкес болуы керек, жылдың салқын және жылы мезгіліндегі әртүрлі категориядағы жұмысты орындау үшін.

Микроклиматтың рұқсат етілген (2 класс) шарттары және 8 сағаттық жұмыс ауысымы кезіндегі адамның атқарымдық жағдайы рұқсат етілген жылу критерияларымен орнатылған.

Олар, денсаулық жағдайын бұзулар мен зақымдануларды шақырмайды, бірақ, жалпы және локальді жылу дискомфорт сезімі болуына, механизмдердің термореттеу кернеулілігіне, жұмыс істеу мүмкіндігінің төмендеуіне және көңіл күйдің нашарлауына алып келеді

Микроклиматтың зиянды жағдайы, (3 класс) оңтайлы және мүмкін гигиеналық нормативтің артуымен сипатталады; жұмысшының организміне жағымсыз әсер білдіреді.

Микроклиматтың зиянды жағдайы қауіпті деңгейіне қарай 4 зиянды дәрежеге бөлінеді.

Еңбектің қатерлі (экстремальді) жағдайы (4 класс) микроклиматтың көрсеткіш мәндерімен сипатталады, организмнің салқындап қалуы және қатты қызып кету қаупі жоғары болу жұмыс ауысымы кезінде өмірге қауіп-қатер тұғызады.

ДК-мен жұмыс істеу үшін, қалыпты жағдайды орнату мақсатында, микроклиматтың өндірістік нормасын пайдаланамыз, (СанПиН 2.2.4.548-96). ДК мен бөлменің жұмыс аймағы үшін, салыстырмалы ылғалдылықтың және ауаның қозғалу жылдамдығын, осы нормалар бойынша температураның мәндерін орнатамыз, 4.1.кестеде келтірілген.

4.1 кесте - микроклимат көрсеткіштерінің оңтайлы мәндері

Жыл мезгілі	Жұмыс категориясы	Ауа температурасы, ° С	Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, %	Ауаның қозғалу жылдамдығы, м/с
Суық	1а	22 - 24	40 - 60	0,1
	1б	21 - 23		
Жылы	1а	23 - 25	40 - 60	0,1
	1б	22 - 24		

Ескерту: 1а категориясына, физикалық күш қажет етпейтін, отырып жасалатын жұмыстар жатады, яғни, жұмсалатын энергия 120 ккал/сағ дейін құрайды; 1б категориясына, отырып жасайтын және тұрып немесе жүрумен байланысты және физикалық күшті де қажет ететін, ал, жұмсалатын энергия 120 дан 150 ккал/сағ дейінгі болатын жұмыстар жатады.

Өндірістік бөлмелерде, рұқсат етілген микроклимат көрсеткіштерінің нормативті шамаларын өндірістік процестерге қойылған технологиялық

талаптарға байланысты орнату мүмкін емес, микроклимат жағдайын зиян және қауіпті деп қарау керек.[18].

Бөлмедегі микроклиматты жылытуды бағалау үшін, интегральды көрсеткіш пайдаланылады, ортаның жылу жүктемесі(ТНС-индекс) (жылдың мезгіліне қарамай).

ТНС-индекс – эмпирикалық интегралды көрсеткіш (°C пен көрсетілген), ауа температурасына әсер ететін үйлесімді шағылысатын,қозғалыстың жылдамдығы, ылғалдылығы және қоршаған ортамен адамның жылуалмасуы ТНС-индекс көрсеткіші бойынша еңбек жағдайының класы 4.2 кестеде (°C) пен көрсетілген.

4.2 кесте – ТНС-индекс көрсеткіші бойынша еңбек жағдайының класы (°C) жыл мезгіліне қарамай және жылдың жылы мезгіліндегі ашық территориядағы жылы микроклиматпен жұмыс бөлмелері үшін (жоғарғы шегі)

Жұмыс категориясы	Еңбек жағдайының класы					
	Рұқсат етілген	Зиянды				қауіпті (экстрем)
		3.1	3.2	3.3	3.4	
Ia	26,4	26,6	27,4	28,6	31,0	>31,0
Iб	25,8	26,1	26,9	27,9	30,3	>30,3

«Өндірістік жабдықтар», СИ 1042-73 «санитарлық ереже бойынша технологиялық процестерді ұйымдастыру және гигиеналық талаптар бойынша өндірістік жабдықтар бойынша МемСТ 12.2.003-74 [19].

Ауаның ылғадылығы адам организмінің терморегуляциясына айтарлықтай әсерін тигізеді.Жоғары салыстырмалы ылғалдылық, ауаның жоғарғы температурасында организмді ысытып жіберуге әкеледі, ал, температура төмен болған жағдайда, организмнің салқындауына әкеп соғады.

(1 м<sup>3</sup> ауадағы су буының қатынасы да, максималды түрде осы көлемде болады)

Төменгі ылғалдылық, жұмысшының шырышты демалу қабығының құрғауына әкеп соғады. микроклимат параметрінің өзгеруінен адам сезімінің тәуелділігі 4.3.кестеде көрсетілген. Жоғары температурада Ауа қозғалысы,жоғары температурада адам организмінің жылу беруіне эффеитивті мүмкіндік береді, ал, төменгі температурада керісінше.



#### 4.3 кесте – Адамның сезімінің тәуелділігі микроклимат параметрінің өзгеруінен

Ауа температурасы, °C	Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, %	Субъективті сезім
21	40	Ең жағымды жағдай.
	75	Жақсы, тыныш жағдай.
	85	Жағымсыз сезімдердің болмауы.
	90	Шаршау, солғын күй.
24	20	Жағымсыз сезімнің болмауы
	65	Жағымсыз сезімдер.
	80	Тыныштыққа қажеттілік.
	100	Ауыр жұмыстың орындалу мүмкінсіздігі
30	25	Жағымсыз сезімнің жоқтығы Қалыпты еңбекке жарамдылық. Ауыр жұмыстың орындалу мүмкінсіздігі Дене температурасының көтерілуі. Денсаулық үшін қаупі.
	50	
	65	
	80	
	90	

Техникалық қызмет ету станциясындағы бөлменің қоршаған ортаның сипаттамасы бойынша "қалыпты құрғақ", ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 60% тен аспайды. Қол жетімділік дәрежесі бойынша электротехникалық категорияға жатаді, яғни жабдыққа қолжетімділік тек электротехникалық персоналдармен жүзеге асады.

Электрқондырғыларға қызметті, квалификациясы ІІІ топтан төмен емес кезекші персонал атқарады.

Бөлме ішіндегі ауадағы рұқсат етілген көмірқышқыл газдың құрамы шамамен 0,1-0,15%.деп саналады. Ауа құрамында 0,1% көмірқышқыл газ болғанда, адамдар бас ауруына, шаршауға шалдығады.

#### 4.2 Ауақұбырын есептеу және желдеткішті таңдау

Вентиляция (от лат. ventilatio – желдету) – қолданылған ауаны бөлмеден алшақтатып, сырттағы ауамен алмастыру. Қажетті жағдайда, ауаны өңдеу жүргізіледі, мысалы, шаңнан, басқа қатты заттардан, ыстықтан, суықтан, ылғалдан, иондалудан, т.б. Желдету-қоршаған орта ауасына жағдай туғызады, адам денсаулығына қолайлы жағдай туғызады және көңіл күйіне қолайлы мүмкіндік туғызады, санитарлық норма талаптарына, технологиялық процесстер,ғимараттың тұрғызылу құрылысына, сақтау технологиясына жауап береді т.с.с.

Желдетудің негізгі міндеті- бөлмедегі зиянды бөлінетіндермен күресу болып табылады.[20].

Желдеткіш жүйе- тасымалдау, ауаны беру мен жою және өңдеу үшін арналған құрылғылар жиынтығы. Желдету жүйесі мына белгілер бойынша жіктеледі:

- ауаның қозғалуы және қысымның пайда болу мүмкіндігі бойынша: табиғи және жасанды (механикалық) себеппен;
- міндетіне қарай: ағындық және соратын;
- ауалмасуды ұйымдастыру мүмкіндігіне қарай: жалпыалмасушы, жергілікті, авариялық, түтінге қарсы;
- құрылымдық орындалуына қарай: арналық және арнасыз.

Бір адамға сағатына ауа мөлшері, мысалы, пана–2,5 м<sup>3</sup>/сағ, офистік бөлмеде – келушілер үшін, бөлмеде 2 сағаттан артық болмайтындар үшін 20 м<sup>3</sup> төмен емес, ал, әрдайым сол жерде болатын кісілер үшін сағатына 60 м<sup>3</sup> аз болмау қажет. Желдетудің есебі келесі параметрлермен жүзеге асады: ауа бойынша өнімділігі (м<sup>3</sup>/сағ), жұмыс қысымы (Па) және ауа өткізгіштегі ауа ағынының жылдамдығы (м/с), шудың рұқсат етілген деңгейі (дБ), калорифер қуаты (кВт). Ауалмасу норматив бойынша, құрылыстық нормалар мен ережелер және санитарлық нормалармен реттеледі.

Ауа қозғалысының талап тәсілдеріне қарай жүйенің типтері:

- табиғи желдету;
- механикалық желдету.

Міндетіне қарай жүйенің типтері:

– ағындық желдету. Желдетудің ағындық жүйесі деп, бөлмеге белгілі бір ауа мөлшерін беруші, қыс мезгілінде жылынып, жаз мезгілінде салқындатушы;

– сорып алатын желдеткіш. Сорып алу желдеткіші, бөлмеден зиянды шығысты алып тастау үшін қызмет етеді.

- Ауалмастыруды ұйымдастыру тәсілі бойынша жүйенің типі:
- жалпыалмасу желдеткіші;
- жергілікті желдеткіш;
- авариялық желдеткіш;
- түтінге қарсы желдеткіш.

Таза теңіз немесе қала сыртындағы ауада 0,03-0,04% көмірқышқыл газды құрайды және бұл демалу үшін қажет. Барлығымызға белгілі, жұмыс орнындағы қапырық адамды шаршатады, ұйқысын келтіреді, адамды тағатсыздандырып, мазасын алады. Мұндай жағдай, оттегінің жетіспеуінен пайда болады.

Жұмыс орнындағы, бөлме ішінің шамамен рұқсат етілген көмірқышқыл газының нормасы 0,1-0,15% деп саналады. 2007ж Великобританияда өткізілген зерттеулер бойынша, 0,1% көмірқышқыл газ болған жағдайда, офистік бөлмедегі қызметкерлер бас ауруға, шаршауға шалдығады.

Мұның бәрі аяғында еңбекке жарамсыздық парағының көбеюіне әкеледі және жемісті жұмыс істеу мүмкіндігіне әкелмейді. Әсіресе мұрын мен жұтқыншақ және жоғарғы тыныс жолдары зардап шегеді, [21]

Бастапқы берілгендер: Операторлық бөлменің ауданы – 36 м<sup>2</sup>, биіктігі – 3,5 м. Адам саны – 6, оргтехника саны – 6 компьютер.

Әбір учаске үшін берілген мән, ұзындығы  $l$ , жергілікті кедергілердің жалпы коэффициенті  $\sum \zeta$ ; және (жүктеменің) шығыны  $q$ , сонымен қатар, алдын ала анықтау ретімен  $v$  жылдамдықтың мәнімен, ауақұбырын есептеу нәтижесінде шығын теңдеуі шығады

$$d = \frac{2}{\sqrt{3.14}} \cdot \sqrt{\frac{q}{v}} = 1,13 \left( \frac{q}{v} \right)^{1/2}, \quad (4.1)$$

Ауақұбырының әрбір учаскесі үшін қысым шығыны мына формуламен анықталады.

$$p = \left( l \frac{\lambda}{d} + \sum \zeta \right) \cdot \frac{\gamma}{2g} v^2, \quad (4.2)$$

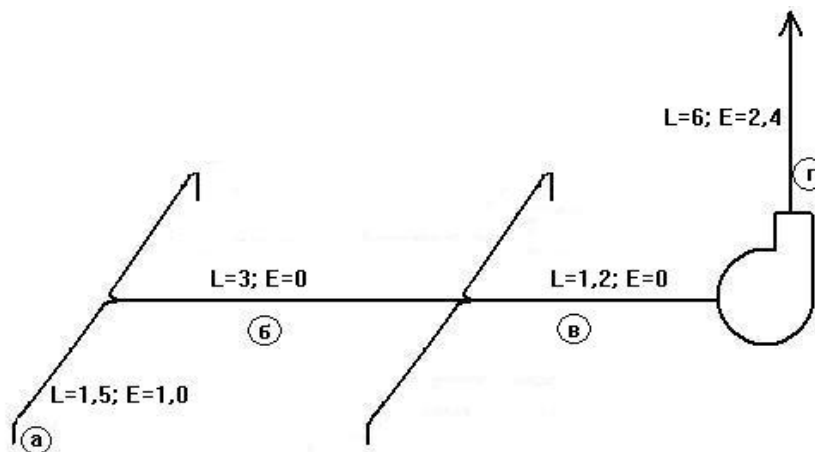
мұндағы  $\lambda$  – үйкеліс коэффициенті, жалпы жағдайда,  $d$  мен  $v$  ден тәуелді  $\frac{\gamma}{2g} v^2$  – динамикалық қысым.

Н және Е 2.2.4.548-96 (жылыту, вентиляция және кондициялау), санитарлық норма бойынша, жұмыс орнында бір адамға 60 м<sup>3</sup>/с таза ауа берілу қажет. (6 адам) үшін қажетті ауаның кіруін есептейміз

$$q = 60 \cdot 6 = 360 \text{ м}^3/\text{с}$$

Есеп айыру магистралінің учаскесі әріптермен белгіленген (а, б, в, г – 4.3 кестедегі 1 графаны қараңыз ). Тұрғызылған сұлбаға сәйкес масштаб бойынша учаске ұзындығы айқындалды (L-м, см. 2 графамен) және жергілікті кедергі коэффициенттерінің жалпы мәні ( $\sum \zeta$ , см. 3 графада).

А учаскесінің екі бұрылысының кірісінде қысым шығыны болады және үшайырда тарамда жоғалады. Дөңгелек бұру (екі бірдей) 90<sup>0</sup> бұрышпен жобаланған және жұмырлау радиусы 2-еу. Ауа құбырының есептеу сұлбасы 4.2.суретте келтірілген



4.2 сурет – Ауақұбырының есептеу сұлбасы

Оның жергілікті кедергі коэффициенті

$$\zeta = 0,7 \cdot a \cdot b \cdot c = 0,7 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 1 = 0,15.$$

Учаскедегі жергілікті кедергілердің жалпы коэффициенті

$$\sum \zeta = 0,7 + 2 \cdot 0,15 = 1,0.$$

Б және в учаскесінде жергілікті қысым шығыны болуы мүмкін, г учаскесінде шығарушы шахта жайғасады, таңдалған құрылым үшін жергілікті кедергінің коэффициенті 2,4 деп алынады.

Әрі қарай қашықта орналасқан желдеткіш кіштеналыс қашықтықта орналасқан учаскеге есептеуді бастаймыз,

Оған қоса, тапсырмаға сәйкес 7,5-8 м/сек жылдамдыққа бейімдейміз.

Осы учаске үшін 7,5 м/сек жылдамдығы, (бұл мәнді 4.3 кестенің 6 графасына мәнін жазамыз)

$q = 360 \text{ м}^3/\text{ч}$  шығынымен сәйкес, ауақұбырының диаметрін есептейміз

$$d = \frac{2}{\sqrt{3 \cdot 14}} \cdot \sqrt{\frac{q}{v}} = 1,13 \left( \frac{360}{3600 \cdot 7,5} \right)^{1/2} = 0,130 \text{ м} = 130 \text{ мм}$$

Кестемен есептеу айтарлықтай ыңғайлы және оңай (А қосымшаға қараңыз [2]). Бұл үшін кестенің сол жақ вертикальді графасынан жылдамдығы 7,5 м/сек тауып және сәйкес жолдан берілген шығын мәні  $355 \text{ м}^3/\text{с}$ . Осы цифрдың жанында, қатарда  $\frac{\lambda}{d} = 0,153$  мәні келтірілген, оны 8 графаға жазамыз.

Бұл екі цифр де ізделініп отырған стандартты диаметрі 130 мм колонкасында орналасқан, мәнін 5 графаға жазамыз.

Бірауақытта, қосымша кестенің екінші вертикаль графасынан таңдалған 7,5 м/сек жылдамдық мәнімен таңдалған табамыз да, графаға динамикалық қысымның сәйкес мәнін жазамыз.

Біруақытта қосымша кестенің екінші тік графасынан 7,5 м/сек жылдамдықтың таңдалған мәнін табамыз және динамикалық қысымның шамасын сәйкес есептеуіш кестенің 7- графасына жазамыз.

$$\frac{\gamma}{2g} v^2 = \frac{1,2}{2 \cdot 9,81} \cdot 7,5^2 = 3,44 \text{ кг/м}^2$$

Жылдамдығы 7,5 м/сек, б учаскесі үшін, қосымша кесте бойынша 195 мм диаметр үшін шығын 805 м<sup>3</sup>/сағ. Осы диаметрде 195 мм 720 м<sup>2</sup>/сағ есептелген шығынға мына жылдамдық сәйкес келеді.

$$v = 7,5 \cdot \frac{720}{805} = 6,7 \text{ м/с}$$

Динамикалық қысым

$$\frac{1,2}{2 \cdot 9,81} \cdot 6,7^2 = 2,75 \text{ кг/м}^2$$

$$\frac{\lambda}{d} = 0,094$$

Дәл осындай жолмен ауақұбырының басқа учаскелері үшін диаметрлер мен жылдамдықты, динамикалық қысымды, сонымен қатар мәндерді  $\frac{\lambda}{d}$  анықтаймыз.

Жылдамдығы 7,5 м/с болғандағы, в және г учаскелері үшін табамыз:  
d=265 мм, q=1490 м<sup>3</sup>/час,  $\frac{\lambda}{d} = 0,066$

$$v = 7,5 \cdot \frac{1440}{1490} = 7,25 \text{ м/с}$$

$$\frac{1,2}{2 \cdot 9,81} \cdot 7,25^2 = 3,215 \text{ кг/м}^2$$

Әрі қарай, берілген және есептелген мәліметтер бойынша, қысым шығындарын формуламен анықтаймыз.

$$p = \left( l \frac{\lambda}{d} + \sum \zeta \right) \cdot \frac{\gamma}{2g} v^2 \quad (4.3)$$

Есептеуді қысқарту үшін ең алдымен 2 және 8 графа нәтижелерін көбейту жолымен  $l \frac{\lambda}{d}$  (9 графаны) анықтаймыз, сонан соң 9 және 3 графа

нәтижелерін қосу арқылы  $\left(l \frac{\lambda}{d} + \sum \zeta\right)$  10 графаны аламыз. Әрі қарай 7 және 10 графа нәтижелерін көбейте отырып,  $p$  (11 графаны) табамыз. 12 графада өсу нәтижесімен магистральдегі учаскелердің қысым шығынын жазамыз. Ауақұбырын есептегендегі алынған мәліметтер 4.4 кестеде келтірілген.

4.4 кесте – Ауақұбырын есептегендегі алынған мәліметтер

ч.	$l, \text{м}$	$\sum \zeta$	$z/\text{ч}$	$d \text{ м}$	$v \text{ м/с}$	$\frac{\gamma}{2g} v^2 \text{ кг/м}^2$	$\frac{\lambda}{d}$ /м	$l \frac{\lambda}{d}$	$l \frac{\lambda}{d} + \sum \zeta$	$p \text{ кг/м}^2$	$\text{кг/м}^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
а		1,0	360	30	7,5	3,44	0,153	0,23	1,23	4,23	4,23
б	1,5	-	720	195	6,7	2,75	0,094	0,282	0,282	0,78	5,01
в	3	-	1440	265	7,25	3,215	0,066	0,079	0,079	0,25	5,26
г		2,4	1440	265	7,25	3,215	0,066	0,079	2,079	6,68	11,94
	1,2										
	6										

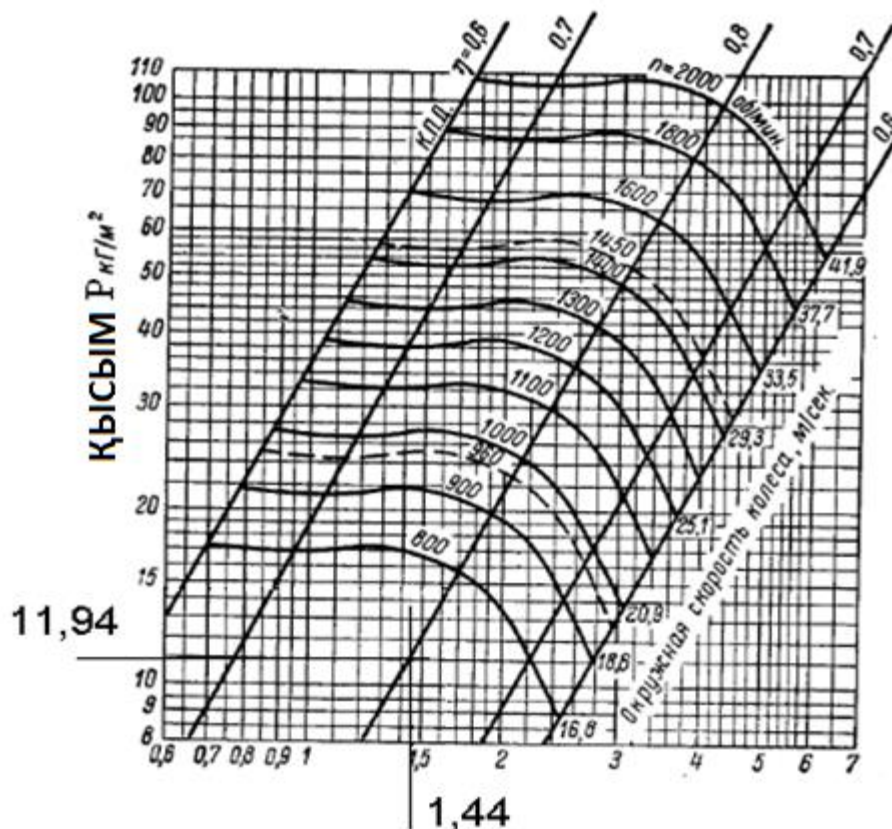
Ауа құбырындағы жалпы қысымның жоғалуы, магистральдың барлық учаскелерінде қысымның шығындарының соммасымен анықталады, яғни  $11,94 \text{ кг/м}^2$ . Осы қысым бойынша және  $1440 \text{ м}^3/\text{сағ}$  өнімділігі бойынша, желдеткіш іріктеуді жүргізуге болады. Осы мәліметтер бойынша ең жақсы ПЭК пен желдеткіш таңдаймыз, ортадан тепкіш желдеткішті таңдаймын. Ц4 – 70 №4  $1/2$ . Сыртқа тебуші желдеткіш Ц4 – 70 №4  $1/2$  төменде 4.3 суретте көрсетілген.

Бір минут ішіндегі айналым санын табамыз, өнімділігінің қимасы мен қысымын табамыз. Бір минут ішіндегі айналым саны– 360 айн/мин.

### 4.3 Жарықтандыруды есептеу

4.3.1 Жұмыс орнында табиғи жарықты есептеу. Есептеу кезінде оңтайлы жарықтандыруды анықтау қажет [22]:

- Нормаланған жарықтануды (шыны ауданы) қамтамасыз ету үшін бөлмеде жарық шамдар 1 алаңды болуы тиіс;
- терезелер саны 2;
- табиғи жарық біркелкі болу мақсатында 3 терезе орналастыру.



4.3 сурет –Сыртқа тебуші желдеткіш Ц4 – 70 №4 <sup>1/2</sup>

Формула бойынша бөлмеде нормаланған табиғи жарық құру үшін терезелер ауданы анықталады:

$$S_o = \frac{s_n \cdot l_{\min} \cdot \eta_o \cdot k}{100 \cdot r_o \cdot r_1}$$

мұндағы  $S_n$  –өндірістік бөлмедегі еден ауданы м<sup>2</sup>

$$A \times B = 15 \times 9 = 135 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{каб}}(\text{стены}) = (A+B) \times 2 \times h = (15+9) \times 2 \times 5,5 = 264 \text{ м}^2$$

мұндағы  $L_{\min}$  – табиғи жарықтандырудың минималды коэффициенті

$L_{\min}=3$  – жоғары дәлдіктегі жұмыс (жұмыстың разряды - 3)

$\eta_o$  –терезенің жарықтық сипаттама коэффициенті

$\eta_o$  табу үшін терезе параметрін есептейміз,терезе параметрі – $h_1$ , м

$$h_1 = h_o + h' - h_{\text{жсум}}$$

мұндағы  $h_1$  - көлденең жұмыс бетінің, м жоғарыда терезесінің жоғарғы жиегінің биіктігі;



$h_0=3,5$  м – терезенің биіктігі  
 $h' = 1,0$  м – еденнен терезе алдына дейінгі қашықтығы  
 $h_{жұм} = 1,5$  м – еденнен жоғары жұмыс бетіне дейінгі биіктігі.

$$h_1 = 3,5 + 1,0 - 1,5 = 3 \text{ м.}$$

Бөлменің ұзындық қатынасы А, ені В:

$$A/B = 15/9 = 1,67.$$

Терезе параметрі  $h_1$  бөлме В, енінің қатынасы:

$$B/h_1=9/3=3.$$

Алынған мән  $\eta_0$  мәні болып табылады:

$$\eta_0= 20,$$

мұндағы  $k$  – коэффициент, терезелердің қарсы тұрған ғимараттан көлеңкеленуін ескеретін, алдын ала табылған қатынас, қарсы тұрған ғимараттар арасындағы ара қашықтық  $L$ , м, қарастырылып жатқан терезе терезе алды деңгейінен қарсы тұрған ғимарат карнизінің  $H$  биіктігіне қатынасы, м:

$$L/H=10/20= 0,5 \text{ м,}$$

мұндағы  $r_0$  – коэффициент, бөлмедегі жарықты өткізу категориясы Б.

Шыны жағы – тік, вертикалды, ағаш және темірбетон біреулік жақтау екендігін ескере, жарықтану табиғи, біржақты.

$$r_0= 0,5,$$

мұндағы  $r_1$  – коэффициент, жанынан табиғи жарықтанудың әсерін ескеруші.

Бұл кезде,  $r_1$  орташа безбелденген коэффициентке байланысты, жарықтың шағылысуы бөлменің қоршалған бетінен  $\rho_{ор}$ . Бұл коэффициент, мынадай қатынаста болады:

$$\rho_{cp} = \frac{\rho_{еден} \cdot S_{еден} + \rho_{каб} \cdot S_{каб} + \rho_{төбе} \cdot S_{төбе}}{S_{еден} + S_{каб} + S_{төбе}}$$

Онда  $S_n$ ,  $CQO$ ,  $SPT$  – жоғарыда және  $\rho_{еден}$ ,  $\rho_{каб}$ ,  $\rho_{төбе}$  табылған, тиісінше қабырғалары мен төбесі коэффициенттері еденнен бейнеленген,

$$\rho_{\text{еден}}=0,3, \rho_{\text{каб}}=0,3, \rho_{\text{төбе}}=0,7$$

$$\rho_{\text{орт}}=(0,3 \times 135+0,3 \times 264+0,7 \times 135)/(2 \times 135+264) \approx 0,4$$

$$r_1=4$$

Залда қалыпты табиғи жарықтандыруды орнату үшін қажетті терезе ауданы:

$$S_0=(135 \times 3 \times 20 \times 1,7)/(100 \times 0,5 \times 4)=49 \text{ м}^2,$$

Бір терезенің ауданын біле отырып,  $S=h_0 \times b_0=3,5 \times 2,0=7,0 \text{ м}^2$ , терезе санын анықтаймыз., залдағы табиғи қалыпты табиғи жарықтандыруды сақтау үшін:  $n=S_0/S=49/7=7$  терезе;

мұндағы  $b_0=2,0 \text{ м}$  – терезе ені

$n=7$  терезе

бөлменің ұзындығы бойынша бүйірлі қабырғада,  $b$  терезе аралық қашықтықпен  $n$  терезе орнатылады;

$$b' = \frac{A - n \cdot b_0}{n + 1}$$

$$b'=(15-7 \times 2,0)/(7+1)=0,125 \text{ м}.$$

#### 4.4 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Есептеу, негізінен екі әдіспен жүргізіледі: пайдалану коэффициенті әдісі мен нүктелік әдіс. Пайдалану коэффициенті әдісі ірі көлеңкелейтін бұйымдар болмаса, жалпы біркелкі горизонталь бетті есептеу үшін арналған. Нүктелік әдіс бойынша локальденген жарықтану есептеледі, көлеңкелейтін зат болғанына қарамай жалпы біркелкі жарықтандырады, жергілікті жарықтандыру [23].

Коэффициентті пайдалану. Бастапқы деректер.

Зал ұзындығы  $A=10,1 \text{ м}$ ,

ені  $B=6 \text{ м}$ , биіктігі  $H=3,5 \text{ м}$  (сурет 5.1.1).

Жаңа ақталған төбе, терезелері қымталмаған жарық қабырға. Көру жұмысының разряды – V. Қалыпты жарықтандыру 1.2 кесте бойынша [20] 300 лк ға тең. Жалпы жарықтану үшін қуаты 40 Вт тық люминесценттік шамдарды аламыз, жарық ағыны  $\Phi_d=3120 \text{ лм}$ . Төбенің, қабырғаның, еденнің шағылысу коэффициенті мынаған тең:

$$\rho_{\text{төбе}}=70\%$$

$$\rho_{\text{қабырға}}=50\%$$

$$\rho_{\text{еден}}=30\%.$$

Жұмыс істеу орны еденнен 1м биіктікте орналасады, ілінген шамның биіктігі 0.3м,

$$h=3.5-(1+0.3)=3.7\text{м.}$$

Шамдар арасындағы тиімді қашықтық былай анықталады

$$Z=\lambda \cdot h, \text{ м} \quad (4.4)$$

мұндағы,  $\lambda$ -шамдардың арасындағы тиімді ара қашықтық коэффициенті,  
 $\lambda=0.6$  м.

$$Z=0.6 \cdot 3.7=3 \text{ м}$$

Қатарлардың арасын 2.5 м етіп, қабырғадан 2 м ара қашықтықпен 6 қатар шам қоямыз.

Формуламен бөлменің индексін анықтаймыз

$$\frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}$$

$$i = \frac{10,1 \cdot 9}{3.7 \cdot (10,1 + 9)} = 1,52$$

Пайдалану коэффициенті 2.5 кесте бойынша [20]

$$\eta=73\%$$

Қор коэффициенті 1.10 кестесі бойынша [20]

$$K_3=1.2$$

Осы мәндерді формулаға қойып, люминесценттік шамның санын анықтаймыз

$$N = \frac{E \cdot k_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \Phi_{II} \cdot \eta}$$

мұндағы  $E$  – берілген минимал жарықтандыру;

$k_3$  – қор коэффициент;

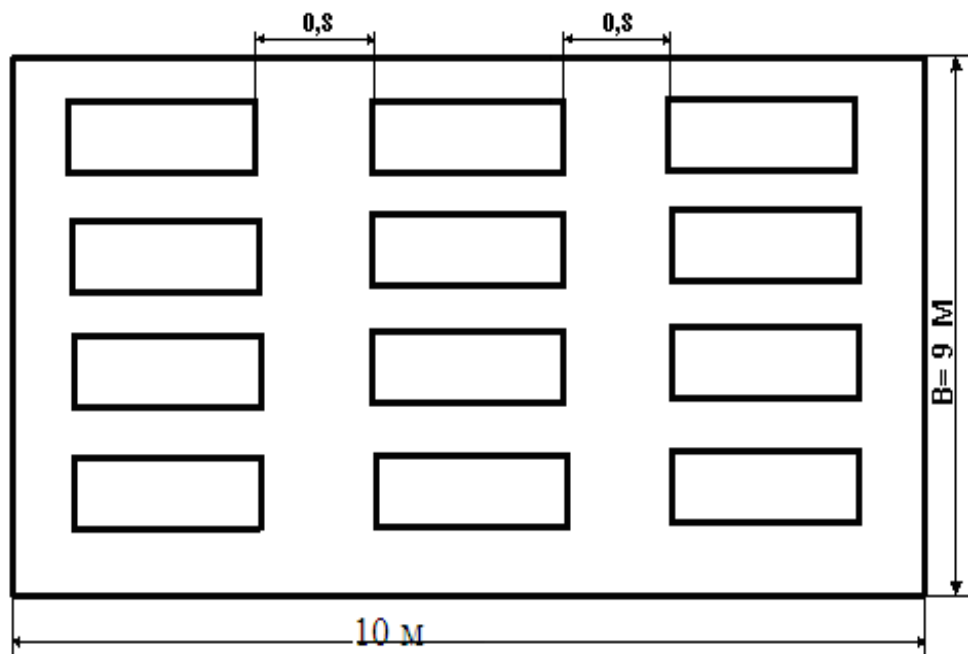
$S$  – жарықтанушы аудан;

$Z$  – жарықтанудың іркелкілік коэффициенті,  $Z=1.1-1.2$ ;

$n$  – шамдар саны (есептеуге дейін алынған).

$$N = \frac{300 \cdot 1.2 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 1.2}{3120 \cdot 0.73} = 12 \text{ шам}$$

Залға орналастырылған шамдар 4.4 суретте көрсетілген.



4.4 сурет– Залға орналастырылған шамдар

Ара қашықтығы 0.8 м етіп, төрт қатарға үш шамнан орналастырамыз. (шамның ұзындығын 12136 мм деп алып, 4.4 сурет). Қалыпты жарықтандыру тудыру үшін қуаты 40 Вт тық, 300 лк 12 шам қажет.

Жобада офистік мекемелерде желіні жаңарту үшін локальді желілерді жобалау технологиясын пайдаланудың архитектуралық сұрақтарына ерекше көңіл бөлінеді және маршрутизаторсыз әртүрлі желілердің бірігуі қарастырылады.

Локальді желінің қондырғылары, локальді желі үшін қондырғылар және үздіксіз қоректену қондырғылары тұрған техникалық бөлме офистік мекеменің этаждарының бірінде орналасқан, ал операторлық бөлме көрші бөлмеде орналасады. Станциялық жабдықтарға қарағанда техникалық бөлме салыстырмалы түрде кішігірім ауданды қамтиды, техникалық бөлмеде бір телекоммуникациялық шкафа құрастырылған, штативтерге құрастырылған климаттық қондырғылар және үздіксіз түзету қондырғылары мен трансформаторлар орналасады.

Микроклимат параметрін үйлестіру, қоршаған ортамен адамның жылуалмасуының бұзылу орнын, микроклиматты салқындату және жылыту түсінігімен сипаттайды

Есептеу, негізінен екі әдіспен жүргізілді: пайдалану коэффициенті әдісі мен нүктелік әдіс. Пайдалану коэффициенті әдісі ірі көлеңкелейтін бұйымдар болмаса, жалпы біркелкі горизонталь бетті есептеу үшін арналған. Нүктелік әдіс бойынша локальденген жарықтану есептелді, көлеңкелейтін зат болғанына қарамай жалпы біркелкі жарықтандырады.

## **5 Жобаның бизнес жоспары**

### **5.1 Инновациялы-инвестициялық менеджмент және оны ұйымдастырудың мәселелері мен тиімділігі**

Нарықтық экономика жағдайында объективті қажеттілік ерекше актуалділікке және өндірісті басқарудың барлық процесіне жаңа енгізілім, инновация негізінде жаңашыл тәсілдеме мүмкіндігіне ие болады, тиісті ресурсты шығынды, қаржылық салымдарды, инвестицияларды талап етеді.

Бұл ретте жаңа мақсаттардың пайда болуынан, енгізу түрінде жаңалықты тарату және пайдалану инновацияның өмірлік циклі деп аталады (инновациялық процесс) [24].

Нарықты экономика жағдайында, кәсіпкерлік және бизнес жаңашылдық ретінде ассоциацияланады. Ол, менеджерлермен, мамандармен реформалану, өндіріске жаңа техниканы, технологияны және еңбекті ұйымдастыруды енгізу арқылы революцияландыру, тұрақты ізденістегі атрибут секілді қабылданады.

Инновациялық қызмет ғылыми, ғылыми техникалық және ұйымдастырушылық экономикалық нәтижеге, интеллектуальді потенциалға жаңа немесе жақсартылған өндірілген өнімді, оларды өндірудегі және қоғам мен бой тұлғаның қажеттіліктерін қанағаттандыру қызметін алу мақсатында іс жүзінде қолдануға бағытталған.

Осыдан, инновациялық менеджмент-бұл қағидалар мен міндеттердің, әдістердің және инновациялық процесстерді басқару формаларының жиынтығы.

Оған тән:

- мақсаты;
- міндеті;
- стратегия мен тәсілді таңдау.

Мемлекеттік қолдаудың арқасында инновациялық менеджменттің ерекше рөлі құрылады.:

- тікелей қолдау және бюджеттен қаржыландыру;
- жеңілдікпен салық салу;
- пайызсыз қарызы;
- жылдамдатылған негізгі қорлардың өтемпұлы;
- техно-полистер, ғылыми инкубаторлардың, кластерлердің, технопарктер желісінің құрылуы [25].

Өкінішке орай, соңғы жылдары ҚР да жаңарту туралы мағлұмдау, еліміздің экономикасына қаржы салу жайлы көп айтылады, бірақ, іс жүзінде аз істеледі, нәтижесінде, біздің республика бұл аймақта әлем бойынша жетпіс бесінші орынды иеленіп, аутсайдерде тұр. Нарықты экономика жағдайында, кәсіпкерлік және бизнес жаңашылдық ретінде ассоциацияланады. Ол, менеджерлермен, мамандармен реформалану, өндіріске жаңа техниканы, технологияны және еңбекті ұйымдастыруды енгізу арқылы революцияландыру, тұрақты ізденістегі атрибут секілді қабылданады.

Инвестициялық жобаны финанстау, келесі құрал көздерімен қамтамасыздандырылуы мүмкін:

- эмиссия арқылы акционерлік капиталмен немесе акциялар мен бағалы қағаздарды сатып алу арқылы;
- шетелдік инвестициялар және басқа лизингтік операцияларды қоса.

## 5.2 Финанстық жоспар

Финанстық жоспар шығынның толық бағдарламасын ұсынады, яғни ағымдағы пайдалану шығынға, телебашняны күтуге және телебашняға қызмет көрсетуге, табыстылығы мен рентабельділігіне күрделі қаржы жұмсауды айтады.

Осы қызметті ұсыну үлкен бір мезеттегі қажетті техникалық құралдар мен жабдықтарды алуға, сонымен қатар, үздіксіз қызмет етуге күрделі қаржы жұмсалуды қажет етеді.

Күрделі жұмсалымның жалпы тиімділігі шығындарға жұмсалатын жалпы қатынасы туралы мәліметтер береді. Zigbee байланыс желісін күшейту үшін, экономикалық тиімділігін анықтау үшін, күрделі шығындарды, пайдалану шығындарын жүйенің келтірілген шығындарын және қызметтің өзіндік құнын есептейміз.

## 5.3 Капитал шығындар

Электрлік материалдарды жеткізу фирмасының келісім шартына сәйкес, жабдықтар 5.1. кестеде келтірілген бағамен жеткізіледі.

Капитал шығындарды (5.1) формуласымен анықтаймыз [9]:

$$K = Ц + K_{\text{тас}} + K_{\text{аож}} + K_{\text{жоба}} \quad (5.1)$$

мұндағы Ц – жабдықты сатып алу бағасы;

$K_{\text{тас}}$  – пайдалану орнына жеткізу бағасы;

$K_{\text{аож}}$  – аспапты орнында жөндеу құны;

$K_{\text{жоба}}$  – жобалау шығыны.

Осы жобаны ұйымдастыруда келесідей жабдықтар қажет етіледі:

5.1 кесте– Жабдықты сатып алу мәліметі

Жабдықтың атауы	Бағасы, дана	Саны, дана	Соммасы, тг
1 Zigbee Xbee 1230 координаторы	20200	2	40400
2 Роутер Zigbee	17500	3	52500
3 ZigBee ИК түрлендіргіші	10300	4	41200
4 Басқару панелі	14000	2	28000

### 5.1 кестенің жалғасы

Жабдықтың атауы	Бағасы, дана	Саны, дана	Соммасы, тг
5 Alarm pro түтін датчиктері	4000	1	4000
6 Магниттікконтактілі датчиктер ИО102-11М	1000	2	2000
7 Қолданыстағы датчиктер PresenceLight 360	10000	8	80000
8 Судың ағып кету датчигі Waterguard 1000	4500	3	13500
9 Температураның датчигі STD150	4500	10	45000
10 Ажыратқыштар ZDD01	2500	24	60000
12 «Теплопорт» порты	8000	4	32000
13 Басқару шкафы SMART-SMH-GSM-32A-F1	200000	1	200000
Барлығы	598600 тг		

Сонымен, жабдықты сатып алуға кеткен баға:

$$Ц = 598600 \text{ тг};$$

Пайдалану орнына жеткізілетін бағасы  $K_{\text{тас}}$  жүйе бағасының 3% құрайды:

$$K_{\text{тас}} = Ц \cdot 0,03 = 598600 \cdot 0,03 = 17958 \text{ тг};$$

Аспаты құрастудың бағасы, жүйенің бағасының 10-15% құрайды:

$$K_{\text{аож}} = Ц \cdot 0,15 = 598600 \cdot 0,15 = 89790 \text{ тг};$$

Жобалау шығынының бағасы, жүйенің бағасының 3% құрайды:

$$K_{\text{жоба}} = Ц \cdot 0,03 = 598600 \cdot 0,03 = 17958 \text{ тг};$$

Демек, капитал шығындары:

$$K = 598600 + 17958 + 89790 + 17958 = 724306 \text{ тг}.$$

Бізге қажетті барлық жабдықтарды сатып алу, пайдалану орнына жеткізу мен құрастыру бағасын есептегенде капитал шығын 724306 тенге болды.



## 5.4 Пайдалану шығындары

Пайдалану шығындарын формуламен анықтаймыз:

$$\mathcal{E}_p = A + M + C_{эл}, \quad (5.2)$$

мұндағы  $A$  – амортизациялық аударым;

$M$  – қосалқы бөлшектер мен материалдарға шығындар;

$C_{эл}$  – өндірістік қажеттіліктен электроэнергия.

Амортизация жабдықтың бағасының 10% құрайды. (өндіріспен мәлімделген пайдалану мерзімі – 10 жыл), формуламен есептеледі:

$$A = (598600 + 17958 + 89790 + 17958) \cdot 0,1 = 72430 \text{ (тг)}.$$

Материалдар мен қосымша бөліктерге шығындар, коммутациялық жабдықтар бағасының 2% көлемін құрайды:

$$M = Ц \cdot 0,02 = 598600 \cdot 0,02 = 11972 \text{ тг}. \quad (5.3)$$

Электроэнергия шығындарын мына формуламен есептейміз:

$$C_{эл} = W \cdot T \cdot S, \quad (5.4)$$

мұндағы  $W$  – станцияның пайдаланатын қуаты,  $W = 3,8$  кВт;

$T$  – жылына жабдықтың жұмыс істеу сағат саны;

$S$  – электроэнергия сағатының киловатт құны.

$S = 22$  тг/кВт сағ. (Алматы қ. электр тоғы тарифінің орташа бағасы)

Осыдан:

$$C_{эл} = 3,8 \cdot 8760 \cdot 22 = 732336 \text{ тг}.$$

Сонымен, бұл пайдалану шығынын құрайды:

$$\mathcal{E}_p = A + M + C_{эл} \quad (5.5)$$

$$\mathcal{E}_p = 72430 + 11972 + 732336 = 816738 \text{ тг}.$$

## 5.2 кесте– Пайдалану шығыны

Көрсеткіш	Сумма, тенге	Меншікті салмағы, %
Амортизациялық аударым $A_1$	72430	8,8
Материалдар мен қосымша бөліктер шығындары	11972	1,5
Электроэнергияға шығындар	732336	89,7
Барлығы	816738	100

Сонымен, «Ақылды үйге» пайдалану шығындары 816738 тенгені құрайды.

### *Үстеме шығыстарға шығындарды есептеу*

Барлық келтірілген шығындардың үстеме шығыстар 25%-ін құрайды және мына (5.6) формуламен есептеледі:

$$H = 0,25 \cdot (K + A + M + C_{эл}) \quad (5.6)$$

$$H = 0,25 \cdot (724306 + 72430 + 11972 + 732336) = 385261 \text{ тенге.}$$

### *Жалпы өзіндік құнды есептеу*

Жоғарыдағы (5.6) формулаға сай, бағдарлама өнімін өңдеуге жұмсалатын шығынның өзіндік құны:

$$C = K + A + M + C_{эл} \quad (5.7)$$

$$C = 724306 + 72430 + 11972 + 732336 = 1541044 \text{ тенге.}$$

Жобаның есептеу нәтижесі және оның қаңқасы 5.3 кестеде және 5.1 суретте келтірілген.

## 5.3 кесте– Өзіндік құны

Шығын статьясы	Айына жұмсалатын шығын, тенге	Қаңқасы, %
Капитал шығын	724306	47
Амортизациялық аударымдар	72430	5
Электроэнергияға жұмсалған қаражат	732336	47
Барлығы:	1541044	100



Сурет 5.1 Жобаның өзіндік құны

**Бағдарламалық өнімнің құны**

Бағдарламалық қамтамасыз етуді өңдеуді жүзеге асыру құны, өзіндік құн мен таза кірістен тұрады және (5.8): формуламен есептеледі.

$$Ц = C + П \quad (5.8)$$

мұндағы  $C$  – өнімнің өзіндік құны;

$П$  – таза кіріс.

Бастапқы құны жобаның рентабельділігі арқылы саналады. Бағдарламалық қамтамасыз етудің 30% саласы үшін рентабельділіктің қалаған деңгейін ескере отырып, келесі формуланы пайдаланамыз. (5.9):

$$Ц_{II} = C \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) \quad (5.9)$$

мұндағы  $P$  – рентабельділік (40%).

Сонда, алғашқы құны мынаған тең:

$$Ц_{II} = 1541044 \cdot \left(1 + \frac{40}{100}\right) = 2157461,6 \approx 2157462 \text{ тенге,}$$

Дайын өнімді жүзеге асыру бағасы, мына формуламен есептеледі. (5.10):

$$Ц_p = Ц_{II} + НДС \quad (5.10)$$

ҚСҚ мөлшері 12% құрайды, демек:

$$HDC = \frac{12}{100} \cdot C_{II} \quad (5.11)$$

$$HDC = \frac{12}{100} \cdot 2157462 = 258895 \text{ тенге,}$$

Сонда, орындау құны :

$$C_p = 2157462 + 258895 = 2416357 \text{ тенге.}$$

Бұл баға жүйенің қауіпсіздігін өсіргенге дәлме дәл болады.

Тұрғындар үшін өзінің «Ақылды үй» жүйесін жетілдіру пайдалы және маңызды болады. Базарда жоғары бәсекелестігіне байланысты бағасының шарықтап тұруына қарамай, осы жүйе тұтынушылармен үлкен сұраныста, сондықтан да, жоба тез өзін өзі ақтап ала алады.

## **Қорытынды**

Осындай мүмкіндіктері мен қызметтері бар жүйеге өңделген өнімнің соңғы бағасы сәйкес келеді.

Зерттеме коммерциялық емес мекеме үшін жүргізілді және зерттеменің ақырғы мақсаты өнімді іске асырудан пайда табу емес, алған өнімді енгізу және құру екендігін ескеру қажет.

Экономикалық негіздеме өзқұнын есептеуден басқа, өңдеудің экономикалық тиімділігін де көрсетеді және осы жүйені енгізудің елеулі пайда әкелетіндігін дәлелдейді.

Өнімді енгізу жүйесі жасап шығарылды, яғни этап бойынша өнімді енгізуді жүзеге асырады, сонымен қатар тұтынушылардың қажеттілігіне қарай жаңартады және құрылымын ұлғайтады

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, сәтті енгізгенде және анықтағанда осы жүйеге жақсы сұраныс болуы мүмкін, әрі қарай әзірленген коммерциялық іске асыруға ықпал ететін шешімдер табуы мүмкін

Инновациялық қызмет ғылыми, ғылыми техникалық және ұйымдастырушылық экономикалық нәтижеге, интеллектуальді потенциалға жаңа немесе жақсартылған өндірілген өнімді, оларды өндірудегі және қоғам мен бой тұлғаның қажеттіліктерін қанағаттандыру қызметін алу мақсатында іс жүзінде қолдануға бағытталған.

## Әдебиеттер тізімі

- 1 Баранова Е., "IEEE 802.15.4 и его программная надстройка ZigBee", 2007
- 2 Соколов М., "Программно-аппаратное обеспечение беспроводных сетей на основе технологии ZIGBEE/802.15.4", Электронные компоненты за 2004 г., №12, стр.80-87
- 3 Карташевский В., С.Н. Семенов, Т.В. Фирстова Сети подвижной связи /.— М.: Эко - Трендз, 2001.
- 4 Варгаузин В., "Радиосети для сбора данных от сенсоров, мониторинга и управления на основе стандарта IEEE 802.15.4: RFID", 2005
- 5 Джордан Б. Умные ячейки, Сети. 2004 г..
- 6 Смит З. ZigBee поддерживает встроенные сети, Computerworld. 2004 г.
- 7 Материалы сайта [www.f8w.com](http://www.f8w.com)
- 8 Материалы сайта [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org)
- 9 Материалы сайта <http://grouper.ieee.org/groups/802/15/pub/TG4.html>
- 10 Материалы сайта [www.freescale.com/zigbee](http://www.freescale.com/zigbee)
- 11 Материалы сайта [www.f8w.com](http://www.f8w.com)
- 12 Материалы сайта: <http://grouper.ieee.org/groups/802/15/pub/TG4.html>.
- 13 Материалы сайта: [www.instat.com](http://www.instat.com).
- 14 Материалы сайта: [www.wireless.ru](http://www.wireless.ru).
- 15 Кразит Т. Стандарт IEEE 802.15.4 как альтернатива, Computerworld. 2004 г.
- 16 Бараш Л. Многообразие стандартов беспроводных технологий, Компьютерное обозрение. 2003 г.
- 17 Стандарты и технологии (беспроводные системы), Электронные компоненты. 2003 г.
- 18 Захаров Д. Интернет начинает эфирное вещание, Коммерсантъ, приложение ТЕЛЕКОМ. 2004 г.
- 19 Материалы сайта [www.freescale.com/zigbee](http://www.freescale.com/zigbee)
- 20 Legg G. ZigBee: Wireless Technology for Low-Power Sensor Networks, TechOnLine. May 6, 2004 г.
- 21 Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов/ Под ред. Князевского Б.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Энергоатомиздат, 2003.— 336 с.
- 22 Базылов К.Б, Алибаева С.А, Бабич А.А. Методическое указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров для студентов всех форм обучения — Алматы: АИЭС, 2008.-19с.
- 23 Защита производственного шума: Методическое указание к выполнению дипломного проекта / АЭИ. Кафедра охраны труда и окружающей среды. — Алматы: РУМК, 2005.
- 24 Дюсебаев М.К. и другие. Методические указания по «Охране труда» для студентов — дипломников, А.: АЭИ, 2004
- 25 Экономика связи под. ред. Срапионова О.С., - М.: Радио и связь, 2008