ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
Артюхин В.В., т.ғ.к., доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «_____» _____ **20___ ж.**
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Zigbee технологиясын пайдалану мен радиосигналдардың берілу таралуын бағалау (энергияны пайдалануда)

мамандығы бойынша Радиотехника және байланыс 5В0719

Орындаған Өмірзақ Дәурен Берікұлы МРТк-10-01
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Нақысбекова Балауса Ыскақызы аға. оқытушы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша: Э.ғ.к. профессор К. Базанов
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «07» 05 2014 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша: а.о. оқ.т. Назаралиева Д.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «07» мам 2014 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :
Куликов А.Н. доцент
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «11» 06 2014 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
Данченко И.В ст. преподаватель
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «18» июня 2014 ж.
(қолы)

Пікір жазушы:
ТНБО ОПЗ бастығы Пиштаев М.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «12» 06 2014 ж.
(қолы)

Алматы 2014

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы

Радиотехника кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Өмірзақ Дәурен Берікұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Сіндвек технологиясын пайдалану мен радиосигналдардың беріну таралуын бағалау

ректордың «___» _____№____ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ ж.

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

Жиілігі 2400 МГц, сезімталдығы -100 дБм, ғимараттағы қалту аймағы 100 м, бос кеңістіктегі қалту аймағы 1200м. Байланыс қашықтығы 30м қабылдағыш шуылының орташа деңгейі -95,5 дБм Тасымалдаушы толқынның ұзындығы 0,125 м

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

Берілген дипломдық жобада ұсынылған тақырыпқа сәйкес Сіндвек технологиясын қолдану мен радиосигналдардың таралуын бағалау қарастырылған Сіндвек технологиясының 802.15.4 стандартының негізінде желінің іске асырылуын талдау мен мегіздемесі, екінші бірге қарастыру мен технологияның түрлері, симсыз желілердің нұсқаларының архитектурасы қарал

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1) Желінің топологиясы
2) ZigBee стандарты радиотолқындарының 2,4ГГц жиілікте таралуының ерекшеліктері
3) Радиосигналдың типс қабырғадан өтуі
4) Арақашықтыққа байланысты сигнал қуатының өзгеруі
5) Қабылданатын қуаттың эталондық қалыптастағы қуатқа қатынасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1) Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Анализ особенностей распространения радиоволн в плоскостях беспроводных устройств малого радиуса действия. // Теоретические и прикладные проблемы связи. 2009.
2) ZigBee IEEE 802.15.4 – Компоненты беспроводных технологий: сайт компании „Компел"; http://www.compel.ru/catalog/wireless/zigbee
3) Панфилов Д. Введение в беспроводную технологию ZigBee стандарта 802.15.4 // Электронные компоненты. – №12. – 2004.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Базылов Б.Т.	15.4–27.05.14	
ОТ и ОС	Оразмырзаев Д.А.	27.4 - 27.05	
Нормоконтроль	Панченко Ш.В.	11.06.14г	
Применение вычисл. техники	Куликов А.А.		
ТНБ БО ОТЗ	Пиштаев М.К.	12.06.14	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	IEEE 802.15.4 стандартындағы	08.10.2013	
	зідвее технологиясы		
2	Зідвее желісінің	19.11.2013	
	деректерді шикау және нығ-		
	ару. Нүктесінде қолдану		
	кезіндегі қиындықтар		
3	Зідвее желісінің қабылдау/	26.02.2014	
	тарату қрастісіндегі шуылды		
	есептеу		
4	Екісұлғалы модель	06.02.2014	
	Қолоқселену моделі		
5	Линияның мүмкіндіктерін	14.04.2014	
	есептеу		
6	Зідвее құрылғыларының қу-	28.04.2014	
	тылығын қуатты есептеу		

Тапсырманың берілген уақыты «10» 10 2014 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ _____
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ Жолаушы Жакипбекова Б.Р. _____
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Өмірзақ Рәурем Берікұлы
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Берілген дипломдық жобада ұсынылған тақырыпқа сәйкес Zigbee технологиясын қолдану және радиосигналдардың таралуын бағалау
қарастырылған. ZigBee технологиясының 802.15.4 стандартының негізінде желінің іске асыруын таңдау және негіздемесі, сонымен бірге құрастыру және технологияның түрлері, сымсыз желілердің жұмысының ерекшелігі, теориясы, қағидасы қарастырылды.

Сондай ақ құрылғыларының тұтынатын қуатын есептеу, ZigBee желісінің қабылдау/тарату трактісіндегі шуылды есептеу, еркін кеңістіктегі шығындарды есептулер қарастырылды.

Техника-экономикалық бөлімде желіні құруға бөлінетін капиталдық шығындарына есептеу жүргізілген. Сонымен қатар, өміртіршілік қауіпсіздігі және еңбек қауіпсіздігінің мәселелері қарастырылды.

Аннотация

В данном дипломном проекте согласно теме было рассмотрено использование технологии Zigbee и оценка распространении радиоволн.

Были сделаны работы по стандарту 802.15.4 технологии ZigBee для осуществления создания сети6 а также были рассмотрены особенности работы беспроводной сети и расчеты потерь в свободном пространстве.

Расчитаны также мощность потребления, шумы в тракте приём/передача сети ZigBee. рассчитаны значения уровня принимаемой мощности и затухания в зависимости от расстояния, и от зоны распространения радиосигнала.

В технико- экономической части произведены расчеты по капитальному расходу для создания сети. Также рассмотрены проблемы безопасности жизнедеятельности и охраны труда.

Мазмұны

Кіріспе…… 7
1 802.15.4 стандартындағы zigbee технологиясы..... 9
1.1 Zigbee желісін құрастыру өзектілігі..... 9
1.2 WPAN желілері және IEEE 802.15.4 стандарттары..... 11
1.3 Желіні құрастыру және оның жұмыс принципі..... 16
2 ZigBee сымсыз желісін деректерді жинау және жіберу жүйесінде қолдану кезіндегі қиындықтар..... 22
2.1 Шынайы жағдайдағы радиосигналдардың таралуы..... 22
2.2 2,4 ГГц жиілікте ZigBee стандартының радиотолқындарының таралуының ерекшеліктері..... 25
3 Есептеу бөлімі..... 30
3.1 ZigBee құрылғыларының тұтынатын қуатын есептеу..... 30
3.2 ZigBee желісінің қабылдау/тарату трактісіндегі шуылды есептеу..... 32
3.3 Еркін кеңістіктегі шығындар..... 33
3.4 «Екісәулелі» модель..... 36
3.5 Сигналдың әрекет ету аймағын есептеу..... 37
4 Линияның жоғалуларын есептеу..... 40
5 «Көлеңкелену» моделі..... 44
6 Өміртірішілік қауіпсіздігі..... 49
6.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторларға анализ жасау..... 49
6.1.1 Жасанды жарықтандыруды есептеу..... 50
6.1.2 Кондиционерлеу жүйесін есептеу..... 53
6.2 Қоршаған ортаны қорғау..... 59
6.2.1 Қалдықсыз өндірістік технологиялар..... 59
7 Техника-экономикалық бөлімі..... 64
7.1 Бітіру жұмысының мәні және сипаттамалары..... 64
7.2 Өндірілген өнімнің бағасын есептеу..... 64
7.3 Ғылыми-зерттеу жұмысының өзіндік құнын есептеу..... 66
7.3.1 ЕАҚ есептеу..... 66
7.3.2 Еңбекақы қорынан әлеуметтік салыққа аударманы есептеу..... 67
7.3.3 Амортизациялық аударма..... 68
7.3.4 Коммуналдық төлемдерді қоса, аренда ақысын есептеу..... 70
7.3.5 Заттар шығыны, қорлар бөлім..... 70
7.4 Интеллектуалды еңбектің бағасы..... 72
Қорытынды..... 74
Қысқартылған атаулар тізімі..... 75
Әдебиеттер тізімі..... 76
А қосымшасы..... 78

Кіріспе

Бүгінгі таңда аз радиуста жұмыс істейтінсымсыз желілер технологиясы, автономды көп уақытта батареядан жұмыс жасайтын жалғыз сымсыз тетехнологиясы болып табылады, осы технологияның көмегімен өндірістік объекттердің мониторинг және бақылау тапсырмаларыншешуге болады. ZigBee технологиясының негізінде коммуникациялық желілерді ұйымдастыра отырып ақпаратты жинау,өңдеу және жіберудің шашыраңқы өзіұйымдастырылатын жүйесін құруға болады. ZigBee деректерді жіберу сымсыз стандартының дамуы берілген сымсыз протокол негізінде құрастырылған желіні пайдалануға мүмкіндік берді.

Сымсыз желілер пайда болғаннан кейін, сымды желілермен салыстырғанда, өзінің көптеген артықшылықтарына байланысты пайдаланушылар мен зерттеушілердің назарын аударып, қызықтырды. Қазіргі кезде, “тұрмыста” радиоарна бойынша таралатын сымсыз байланыс стандартының құрылғылады қосуы үшін Bluetooth-ды қолданамыз. Бірақ та, бұл стандарттардың жиыны барлық “желілік тапсырмаларды” толықтай шешуге жеткіліксіз. Сондықтан да біздің пайдаланушыларымыздың көптеген сұрақтарына жауап ретінде “альтернативтік” спецификациялар пайда болады. Солардың бірі – IEEE 802.15.4 және онымен байланысты ZigBee стандарты болып табылады.

Қазіргі замандағы желілік телекоммуникациялық инфрақұрылымдарды құрастыру және дамытудың негізгі технологтяларының бірі болып шағын радиуста әсер ететін ZigBee құрылғыларын пайдалана отырып сымсыз рұқсат алудың технологиялары болып саналады. Бір мезгілде өлшенетін параметрлердің көп мөлшерін өңдеп жинау қажет облыстар ең перспективалы облыстар болып табылады. Бұл облыстарға ZigBee технологиясын енгізу әртүрлі шалғай құрылғылар мен қондырғылар арасындағы өзара әсер етуін жеңілдетіп қана қоймай дәстүрлі сымды байланысты сымсыз байланысқа ауыстыруға мүмкіндік береді.

Соңғы жылдары ғимараттың ішінде сымсыз байланысты пайдаланатын желілер саны көбейді. Бірақта сигналдардың таралу жолындағы бөгеттерді модельдеуде біршама қиындықтар туындайды, және де сигналдардың көпсәулелі таралуымен көп мөлшердегі қайта шағылысумен байланысты.

Біріншіден таралуға қабырғалармен бөлмедегі заттар кері әсерін тигізеді. Қабырғалар мен ағаштан, синтетикалық материалдардан, әйнектен жасалған жабындар аздаған, кірпіштен және бетоннан жасалған тосқауылдар орташа, темірбетоннан және фольгалық жылытқышы бар қабырғалар жоғары әсер етеді. Метал қабырғалар мен жабындар байланыстың қашықтығына әсер теді, кей жағдайда байланыстың жоғалып кетуі де мүмкін.

Екіншіден электромагниттік өрістің ғимарат ішіндегі (заттардан бірнеше қайтара шағылысуы әсерінен)интерференциялық сипатты айқын көрсетілген. Бұл құбылыс өрістің кернеулігі төмендеген кезде және толқын

поляризациясының жазықтығының өзгеруінде пайда болады. Ғимараттың көп жерінде сигнал қабылдау қатты қиындыққа соғатын қатқылдықтармен (өлі зоналармен) кездесуге болады. Мұндай жағдай тіпті қабылдауышпен таратқыш бір-біріне тіке көрініс орналасса болуы мүмкін

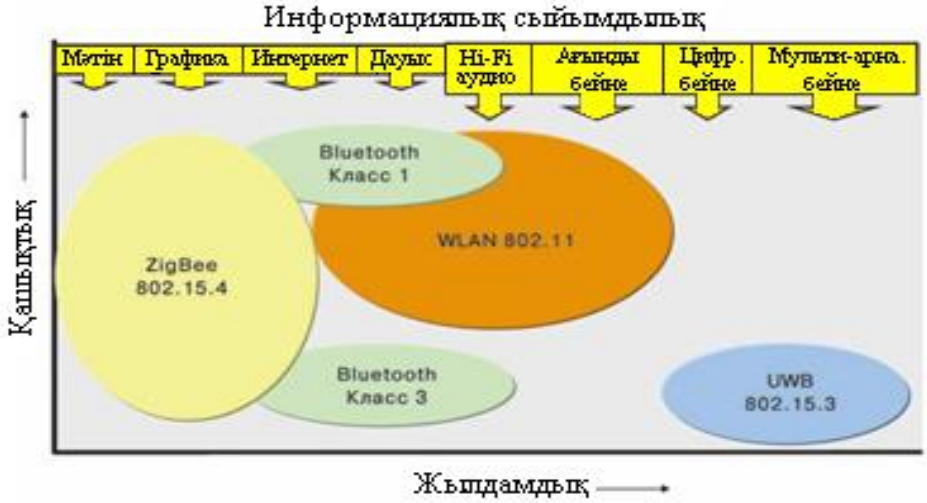
Таралудың жолдарының ұзындығы, тақ санды жартылай толқындарға эффективті бөлінген кезде, өлі зона пайда болады. Бірақта абсолютті өлі зоналар айтарлықтай локальді және қабылдағышпен таратқыштың антенналарының аздап орнын ауыстыру арқылы жоюға болады. Бұл шара сымсыз байланыс құрылғыларын ғимарат ішінде орналастыруды жоспарлаған кезде өте қажет.

1 802.15.4 стандартындағы zigbee технологиясы

1.1 Zigbee желісін құрастыру өзектілігі

2001 жылы электротехника инженерлерінің институтына және IEEE электроншларға сымсыз байланыстың WPAN желісінде жаңа стандарт құрастыруын ұсынды және оған 802.15.4 деген ат берілсін деген. 2002 жылы ZigBee альянсы құрылды. ZigBee одағы – коммерциялық емес өндірістік консорциум жартылайөткізгіштер компоненттік рыногында, технологиялық компанияларда, OEM өндірушілері мен әлемдегі тұтынушылар арасында компания лидерлер қатарына кіріп бой алды. ZigBee одағы ағымының глобальдік спецификациясын жоғарғы үміттілік, рентабельдік, сымсыз технологиясында энергия-экономиясы үшін IEEE 802.15.4 ақпараттық пакет жіберуші механизмді қолдана отырып құрастырды.

Кез келген стандарт, сым арқылы ақпарат айырбастау интерфейсі немесе сымсыз байланыс арқылы, өзінің айналасындағы тапсырмаларды шешу үшін құрастырылған. Мысалыға, Wi-Fi, үлкен жылдамдыққа байланысты ақпараттарды орташа қашықтықтарға жіберу; бейне және аудио ақпараттарды жіберуге Wi-Fi сымсыз құрылғылардың корпаративтік желісіне және Интернетке шығу рұқсаты үшін қолдануын хабарлаған. Bluetooth WiFi-ға жылдамдығы жағынан ұтылады; ол үй кинотеатрының компоненттерінің арасында бейне және аудио ағымдарын жіберуде ыңғайлы. Негізгі мақсаты, ZigBee технологиясының көмегімен үлкен емес көлемдегі ақпараттарды орташа қашықтықтарға жіберу. ZigBee технологиясының тағайындау ерекшелігі, жіберіп қабылдайтын құрылғысы электротұтынуы аз мөлшерде болуы керек. IEEE 802.15.4 және ZigBee сапалы ағымдағы аудио немесе анықтылығы жоғары бейнені жіберуге болмайды, бірақ кез келген сферадағы басқарулар мен мониторингінің күрделі схемаларын іске асыруға болады.



1.1 сурет – Сымсыз байланыс стандарттарының негізгі классификациясы

Одақтың негізгі мақсаты ZigBee-ң програмалық ағымдағы протоколдарын бірыңғай спецификациясын өндіру, «жұлдыз», «кластерлі ағаш», «көпұяшықты желінің» қауіпсіздік фукнциялары мен әртүрлі біріккен профильдарын, былай айтқанда әртүрлі желідегі үлгіні қолдайды. ZigBee спецификациясы сымсыз желідегі шешімдерді жүзеге асырып, глобальды стандартта бірыңғай негізін салған, ақпаратты жіберу жылдамдығы 250 Кбит/с, электротұтынуы аз, ақпаратты қорғауды қамтамасыз етеді және жүйе сенімділігін қолдайды. Сайып келгенде, ZigBee – бұл компанияның одағы, яғни, өндеушілер 802.15.4. стандартының деңгейлерінің үстінен қосымша желілі қабат бағдарламалық қамтамасыз етуі қажет. Консорциумде қатысатын барлық белсенді мүшелері ZigBee технологиясының барлық техникалық ақпараттарына толық құқығы бар және ZigBee спецификациясына әсер ету мүмкіншіліктері бар. Ертеректе ZigBee технологиясы радиоинтерфейстердің бос қалған қуысын құрылғыларды және техникалық мінездемелері жоғарғы технологиямен қарызға алып толтырды және оған сәйкес қымбат , немесе шешімнің , әртүрлі өндірушілердің электрондық компоненттері жеке микросхемалардағы радиотрансиверде базаланады, өз астында мықты стандартталған базасы жоқ.

Қарапайым тапсырмаларды шешу үшін немесе жеке протоколдарды құру және ақпараттық ағымдарды персоналды сызсыз желілер үшін құру өндеушілер амалсыздан көптеген шығындар жасауға мәжбүр болды, бұйымның ақырғы құны мен дайын бұйымның рынокқа шығатын уақыты туралы білінді. Нәтижесінде өнімге деген сұраныс пен рыноктың қызығушылығы жиі жоғала бастады. ZigBee/802.15.4 жалғыз стандартталған сымсыз байланыс технологиясы болып табылады, басында мониторингінің келесі ұсыныстары мен бақылауға көзделген болатын, кейін көрсеткіштердің белгіленген желілері, азтұтыну жүйелеріне арналған сымсыз желілер жазылған күйде коммерциялық, өндірістік және үй автоматикасында қолданыла бастады:

- жарықтандырудың басқару жүйесі (өнеркәсіптер, муниципальдық және үйлер үшін);
- өндірістік, үй автоматикасы және басқару (жылыту, желдету және ауаны тазарту, қосақы құрылғылар және жабдықтар);
- тұтыну электроникасы (мультимедия/көңіл жадырататын жүйелер, портативтік электроника), тұрмыстық техника (кір жуғыш машина, кофе қайнатқыштар, салқындатқыштар, ауадағы сүзгілер және т.б.);
- дербес компьютерді жабдықтау (тышқан, клавиатура, джостиктар және т.б.)
- дабыл және қауіпсіздік жүйелері, апаттық хабарлаулар, рұқсат бақылау жүйелері, контактсыз кілттер, түтін, газ, қозғалыстар, жалынның, температураның қысымның және т.б. көрсеткіштері;
- емделушінің диагностикасын тексергенде қолданылатын дәрігерлік құрылғы, спортшының қалөжағдай мониторингі, биодатчиктер;

- шет басқарулар және технологиялық процестерді бақылау, қозғалушы аппраттарды, станоктарды, өнеркәсіп жабдықтарын, тоңазытқыш құрылғыларын басқару,, ақпараттарды дистанционды жинау;
- өнеркәсіптік және порттылардың активтерінің мониторингі, логистика;
- су-, газ- және жылумен қамту жүйесінің мониторингі, электроэнергиясын басқару және аспаптық бақылау жүйесі, тұрғын-коммуналдық шаруашылық жүйе (ТКШ);
- ақпарат алмасудың сымсыз құрылғысы, радиомодемдер, радиоберіліс;
- автомобильдік электроника (шинадағы қысымды бақылау жүйесі, айдап қашуға қарсылық жүйесі, идентификациялау және диагностика жүйесі) және т.б.

ZigBee/802.15.4-ң негізгі артықшылықтарының бірі болып орнатудың оңайлығы және осындай құрылғыларға қызмет көрсете алуы саналады. Дербес сымсыз жазу ZigBee спецификациясының ерекшелігі: «сіз құрылғыны қораптан аласыз, оған батареясын орнатып керекті пернесін басасыз. Содан кеін екі құрылғыны пернені басқан күйдебір біріне жақындатып жасыл светодиот жанғанша ұстайсыз». Осылайша екі құрылғының желіге қосылуы немесе тіркеу жасалады, мысалы, жарық сондіргіштер арнайы лампаға. Бұл принципті орындау ZigBee модульдерін жаңа аспаптарға және кішігірім ғимараттар (үй, офис) жүйесіне, өнеркәсіпке ендіру ұсынылады (өнеркәсіптік зона, зауыттар).

1.2 WPAN желілері және IEEE 802.15.4 стандарттары

Кең тарату бүгінгі күнде сымсыз есептеуіш желілерін құрастыруға арналған стандарттардың келесі үш үй-ішілерін алды :

– IEEE 802.11 – Wireless Local Area Network (WLAN — сымсыз жергілікті есептеуіш желілері);

– IEEE 802.15 – Wireless Personal Area Network (WPAN — сымсыз арнайы есептеуіш желілері);

– IEEE 802.16 – Broadband Wireless Access (BWA — сымсыз кең жолақты рұқсат).

Біздің алдымызда тұрған мақсат сымсыз желілердің стандарттарының әрбіреуіне толық талдаулар өткізу болып табылмайды. Негізгі бөлімде WPAN-желісіне, жеке алғанда - ZigBee желісі және жаңа IEEE 802.15.4 стандартының дербес сымсыз желілерінің туыстарына көңіл бөлінеді. Желілік стандарттардың туыстары 802.11 және 802.16 тек салыстуда ғана қарастырылады.

Сымсыз дербес есептеуіш WPAN желісі әдетте жергілікті жүйені әсердің аз радиус көлемінде ұсынылады, 15...20 метрден артық емес қашықтыққа және дербес компьюлердің арасындағы кабелдік қосулардың алмастыруына арналады, сонымен бірге түрлі құрылымдар мен мультимедиа құрылымдарын байланыстыруға арналған (ҚКП, принтерлер, факстер, сканерлер, жүйе және

тағы басқалар). Дегенмен кейбір WPAN желілері - (ZigBee, Bluetooth) 100 м-ге қашықтыққа дейін жұмыс істеуге қабілетті. IEEE 802.15.1 стандарты бірінші болып есептің мәліметтерін жүзеге асырылуға қабілетті болды. Стандарт Bluetooth vl.x-ң спецификациясында негізделеді және (MAC layer) ортаға рұқсаттың деңгейін (PHY layer) және физикалық деңгейін анықтайды. Келесі адымдар 802.15стандартының туыстарын кеңейту, 802.11 және 802.15 класстардың құрылымдарының өзара әрекеттесуін қамтамасыз ететін стандартты жасауы болды. Біраз уақыттан кейін WPAN желісіндегі құрылымдардың жылдамдығы жеткіліксіз екендігі байқалды. Ондаған және жүздеген Мбит/с жылдамдығын өткізу қабілеті бар мәліметтердің сымсыз каналын құруға мүмкіндік беретін стандарттың өндіруіндегі қажеттік пайда болды (IEEE 802.15.3). Аталған стандарттар жоғары (1-ден 200-ге Мбит/с дейін) жылдамдықпен (дауыс, мәліметтер, видео) мәліметтің үлкен көлемдерін тартуда өте жақсы жіберуге жақын келеді. Олардың негізіндегі құрылымдар мәліметтерді 10-нан 100 м-ге дейінгі қашықтықта (батареялар және аккумуляторлардан) оқшау режимінде жұмыс істеуге қабілеті бар. Бұл стандарттар (компьютерлер, есептеуіш желілер) күнде біз істеп жүрген құрылымдардағы тораптық қосуларды алмастыруға мүмкіндік береді. Ұқсас есептерді іске асыру үшін шапшаңдығы төмен WPAN желілер үшін IEEE 802.15.4 (ZigBee) стандарты құрастырылған (1.2-суретті қара).

Әсердің қысқа радиустағы сымсыз желілер өзара әрекеттесетіні анық. Әртүрлі сымсыз желілердің арасындағы шлюздың функция орындайтын жабдықты жасауға жоспарланады. Егер қауіпсіздік жүйесі ZigBee-ге орналастырылған болса, қаскүнемді табу үшін, ол компьютерге хабарлау үшін IEEE 802.11 желісімен жалғанады, ол өз кезегінде SMS арқылы қожайынның ұялы телефонына жетеді немесее қауіпсіздік қызметіне қоңырау шалады. 802.15 стандарт туыстары және 802.11b стандарттарының салыстырмалы мінездемелері 1.1-кестеде келтірілген.

1.1 к е с т е – 802.15 стандарт туыстары және 802.11b стандарттарының салыстырмалы мінездемелері

Стандарт	802.15.4 Zigbee			802.15.1 Bluetooth	802.11b Wi-Fi
Қосымша	Мониторинг, басқару			Дауыс, мәліметтер	Мәліметтер, бейне
Жиілік, ГГц	0.868	0.915	2.4		
Артықшылықтары	Баға,энергияның сақталуы, көлемі			Баға, дауыс жіберу	Жылдамдық, иілгіштік
Макс.жылдамдық	20 кбит/с	40 кбит/с	50 кбит/с	1 мбит/с	11 мбит/с
Қашықтық, м	10-100, 1000			100	100
Сезімділік, дБм (орташа).	-92			70	-76
Ағымның көлемі, кБайт	4-32			>250	>1000
Қызмет жасау уақыты, (батарея) күн	100-1000			1-7	0,5-1

Bluetooth және ZigBee технологиялары келтірілген мінездемелерге сүйенетін болсақ олардың ең жақын бәсекелестер екендігіне көз жеткізуге болады. Сәйкесінше шамамен үй және өнеркәсіптік тағайындауында сымсыз құрылымдар, қашықтықтан басқару жүйесі, компъютер құрылғысы және тағы басқаларды қоса алғанда олардың қолданылатын облыстары ұқсас. Bluetooth технологиясына қарағанда, ZigBee технологиясының айырмашылығы, оның талаптарының бірі энергиятұтынуы төмен қосымшалар үшін жасалған. Құрылымдардың белсенділік мерзімі ZigBee технологиясы бойынша істелінген батареялардың ұзақ қызмет мерзімін қамтамасыз ету өте аз мөлшерде бола алады. Wi-Fi және Bluetoothнің микросхемалары кәсіпорындар және кеңсе ғимараттарының масштабтарындағы ірі желідегі түрлі құрылымдардың негізінде ұйымдартыруға өте қымбат, 802.15.4/ZigBee стандарты ең төменгі шығындары бар сымсыз интерфейстер, сыртқы енжар элементтердің ең төменгі саны схемотехниканың оңайлығымен қамтамасыз етілген, оған апарылған биік тиімділігі бар жадының көлемін қолданана отырып ағымның программалық қамтамасыз етуімен өндеуге мүмкіндік береді (1.1-кестені қара). Стандарт көп ұяшықты топологиясы бар желіні құруға мүмкіндік береді, солай келе керемет үлкен түйіндердің сана қызмет көрсетеді және қуаттың күшейткіштеріндегі байланыс қашықтығын қосымша шығындарсыз үлкейтеді.

ZigBee технологиясы Wi-Fi немесе Bluetooth сияқты мәліметтің үлкен көлемдерін таратуға арналмаған. Мысалы, энергиятұтынуы, бағасы және сенімділігі бойынша биік көрсеткіштер керек жағдайда, датчиктер

көрсетулерінің көлемі он байттан сирек асатын мәліметтерге жоғарғы жылдамдықтың қажеті жоқ. ZigBee құрылымдарының көпшілігі келесі алгоритм бойынша жұмыс істейді : құрылым уақыт түгелдей дерлікті ұйықтап жатқан күйде қуат жинағының ұтымды тәртібі қамтамасыз етеді. Жаңа мәліметтер немесе құрылымның кезекті байланыс сеансының уақытында іске қосылады, мәліметтер жылдам беріледі және төмендетілген энергиятұтыну тәртібіне қайтадан өтеді. Сонымен бірге бір үлгідегі уақытша тоқтаулар каналға рұқсатқа алуға 15 мс, ұйықтап жатқан күйден белсенді өткелге өту 15 мс, желіге жаңа құрылымның қосуға кеткен уақыт 30 мс-ті құрайды. Осылайша батареялардың қызмет мерзімін 10 жылға дейін созуға болады және ол қосымшаның түріне жұмыс циклының ұзақтығына байланысты, берілетін ток мөлшері 15...30 мА құрауы мүмкін, ал ұйықтап жатқан күйде – 2 мА кем болады. Нәтижеде, үн қосу бойынша тоқтаулар соншама аз, адам бөлмеге кіріп және ZigBee сымсыз байланысының қосқышын қосқан кезде жарық лезде пайда болғанын тіпті байқамай калады. Бұл кезде Bluetooth желісіне қосылу уақыты 3 с құрайды.

Сымсыз жылдамдығы төмен дербес желілер (WPAN) үшін IEEE 802.15.4 стандарты MAC-ң ортасына рұқсат деңгейін және PHY-ң физикалық деңгейін анықтайды. PHY деңгейі радиосигналдың таратуын физикалық ортаға рұқсатты қамтамасыз етеді: модуляцияның түрін, жылдамдықты және басқа параметрлерге тапсырыс беріледі, қабылдау және таратуды тікелей жүзеге асырады. MAC деңгейі құрылымдардың желісінен қосымша және қорытындысын жүзеге асырады, мәліметтер топтамаларының жеткізуін тексереді, мәліметтердің (есесін қайтару) автоматты қабылдауды растауын қамтамасыз етеді, рұқсат беру тетіктерін тарату каналына жүзеге асырады, 128-биттік AES шифрлауды және тағы басқа функцияларды қолдайды. ZigBee ағымының спецификациясы қосымшаға желілік деңгейді, қауіпсіздік және рұқсат алу деңгейлерін анықтайды және 802.15.4 стандартының базасында шешімдермен бірлесіп талқылауды қолдана отырып үйлесімді құрылымдарды қамтамасыз етеді. PHY деңгейінің кілтік функциясы энергияны бақылаудан және байланыстың сапасынан және каналдарды талдаудан тұрады. Ортаға рұқсат алу ISM (Industrial, Scientific and Medical) жиілік ауқымдары іске асады, физикалық деңгейі 868/915 МГц жиіліктегі екілік фазалық манипуляциясын (BPSK) және 2, 4 ГГЦті жиілікте жылжуы бар квадраттық фазалық манипуляциясын (O-OPSK) қолданады. Каналға рұқсат үшін сақтап қалуы мен бақылауы бар көптік рұқсатының тетігін және (CSMA-CA) коллизияны құрту үшін қолданылады. Негізделген тетік таратуды бастаудың алдында байланыс каналының күйін анықтау, соқтығысуларды (бірақ шеттетпеу) қысқартуға айтарлықтай мүмкіндік береді, мәліметтер бір уақытта бірнеше құрылымдармен таратырылады. 802.15.4 стандартының CSMA-CA әдісі тек қана коллизияны анықтауға емес оларды жоюға мүмкіндік береді (құрылым тарата алады немесе мәліметтер қабылдай алады), жартылай дуплексті мәліметтерді таратудан тұрады. Сигналдың тарату қашықтығы әдетте 30.....50 м-ді құрайды, дегенмен

қуат күшейткіштері, шуыл күшейткіштері және үйлесімді антеннасы қашықтығы 100 м-та жылдамдықтың сапасын жоғалпайды. Өткізу қабілетіліңгі таңдаулы жиілігіне тікелей тәуелді болады. Максимал тарату жылдамдығы 250 Кбит/с тең, (5 мгцтің адымы бар 16 каналдары) 2, 4 ГГц аралығында жұмыс істейді. Сәйкесінше 868 МГц (1 канал) және 902-928 МГц жиіліктері үшін сәйкесінше 20 Кбит/с және 40 Кбит/с тарату жылдамдығына тең (2 МГц-ң адымында 10 канал бар).

ZigBee/802.15.4-ң сымсыз құрылымдары рыноктың көп мөлшерін 2, 4 ГГц диапазонның шешімдері ұстап қалуға тырысады. Бұл алдыменмен мынаған байланысты, Еуропада 868,3 МГц жиілігінде тек қана жалғыз каналға қол жетеді, 915 МГц жиілігі тек қана АҚШ-та, Канадада, Кореяда және Австралияда рұқсат етілген. Нәтижесінде субгиггерцтік диапазондар OEM өндірушілеріне потенциалды сүйкімсіз болып табылады, бұл уақытта - 2, 4 ГГЦ диапазоны бүкіл әлемденің қолдануға рұқсат етілген және келешек құрылымдардың мінездемелерінің анықтауында жүзеге асырылады. Дегенмен келешекте коммерциялық тағайындау жүйелерінде 802.15.4 стандартының әр түрлі жиіліктегі құрылымдарымен ZigBee құрылымын байланыстыру үшін, шлюздердің пайда болуы мүмкін. InStat/MDR агенттіктің мәліметтері бойынша бес жыл ішінде 2004 жылдан бастап, тұтынудың көлемдерінің байланысында субгигагерцтегі және 802.15.4 стандартының 2,4 ГГц-тегі трансиверлердің қандайда бір түбегейлі өзгерістері байқалмайды. 2,4 ГГц-тегі микросхемалардың көлемі ZigBee/802.15.4 құрылымдарының ортақ нарығындағы 65...75% құрайды. 2,4 ГГц диапазонының біршама кемшіліктері, әр түрлі тектегі абоненттердің спектрінде кейбір толықтықты санауға болады (Bluetooth құрылымы, 802.11b және 2, 4 ГГц жиіліктеріндегі микротолқынды пештер, сымсыз телефондар). Субгигагерц диапазондарын 2,4 ГГц диапазонымен салыстырғанда артықшылығы кішірек толықтықта және басқа тең шарттарда мәліметтерді тарату кезінде қашықтықтың бірнеше зорайтылғаны болып табылады. Еуропадағы 868,3 МГц диапазоны таралған, жақында дамытудағы қосымша мүдде алуы мүмкін, OEM өндірушілері жағынан қызығушылық түсуі мүмкін. Еуропадағы стандарттар институты (ETSI) телекоммуникациялар бойынша берілген диапазонда қосымша каналдарды қолдану үшін рұқсат алу процессінде жүр, дегенмен процесс көп жылдарға ұзап кете алады.

Аз қашықтықтағы байланыс үшін арналған датчиктердің жиынына, микроконтроллерге және радиожиіліктік қабылдағыш-таратқышқа ие болатын (немесе басқа мәліметтер көзі), әрекеттің аз радиусында істейтін сымсыз желілер (WPAN-Wireless Personal Area Network), құрылымдардың кеңістігінде таралған жиыннан тұратын сымсыз жүйелерінің жаңа класы болып табылады.

Көптеген WPAN желілердің негізгі міндеттеріне - өздігінен ұйымдасу және эксплуатация шартарының өзгерістіріне бейімделгіш болып келеді. Сондықтан, орнату үшін керекті заттарды күшейту қажет: күйге келтіру және ары қарай пайдалану және ұқсас желіні бақылап отыруы үшін талап ететін

күштер минималды. Бұдан басқа, түйіндердегі хабарлауларды ретрансляциялайтын қабілеттілігі бар, (бөгеттер немесе бөгеуілдер, физикалық бұзылу және тағы басқалардың пайда болуы) әр түрлі себептер бойынша жеке түйіндердің орнықтылығын және таратушының аз қуатының көмегімен жүйенің жамылғысын түбегейлі ауданын қамтамасыз етеді. Түйіндер сонымен бірге мәліметтердің жеткізуінің ұтымды маршруттарын өз алдына анықтайды және олар желінің топологиясы өзгергенде түзетеді.

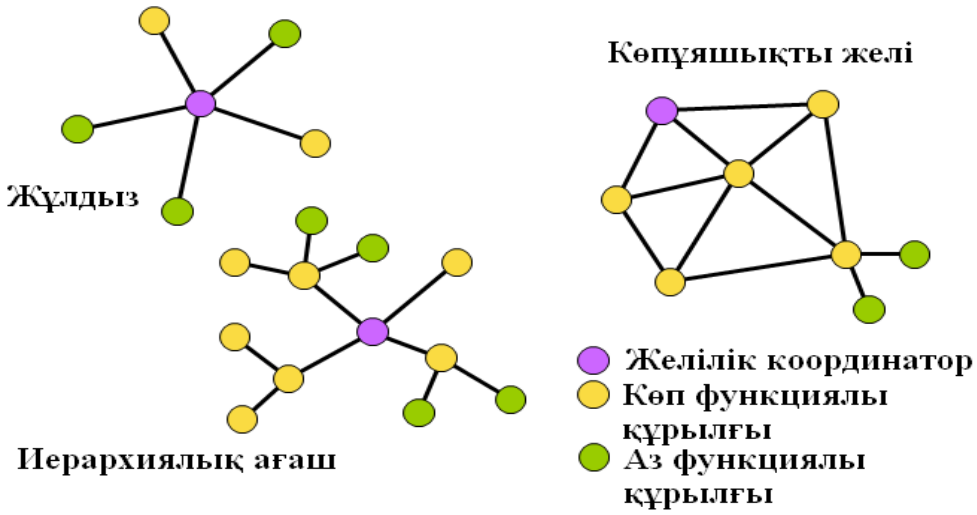
Сымсыз түйіннің аппаратты қамтамасыз етуі және ішінде торлық өзара әрекеттесудің хаттамалары жүйенің пайдалануын ұзақ мерзімнің қамтамасыз етуге арналған энергия тұтынуы бойынша автономды көз қоректенуінің қолдануында оптимизациялаған. Режимге байланысты, сымсыз желінің түйінінің жұмыс уақыты бірнеше жылдарға жете алады.

WPAN желісінің артықшылықтары - таралған жиынмен, талдаумен және мәліметтің берілуімен сабақтас қолданбалы есептердің кең шеңбердегі шешімді тиімді қолдана алады :

- микроклиматты сүйемелдеуге арналған жабдықпен, температура мониторингімен, ауаның шығынымен, адамдардың қатысуын барлау және басқару т.б.;
- жарықпен басқару т.б.;
- энергия жабдықтауымен басқару т.б.;
- пәтердегі газ, су, электр энергиясының т.б. жиыныдардың есептеуіштерінің көрсетулері;
- өрт хабарлағышы.

1.3 Желіні құрастыру және оның жұмыс принципі

ZigBee ағыны әр түрлі желінің кескіндерін қолдайды, соның ішінде келесі топологиялар: «нүкте-нүкте», «жұлдыз», «кластер ағашы (иерархиялық)» және (1.5-ші сурет қара) «көп ұяшықты желі». Ағынның желілік фукнциялары белсенді каналдарды табу үшін желіні сканерлейді, белсенді каналдар арқылы құрылғыны идентификациялайды, іске қосылмаған каналдарға желі құрастыру және дербес сымсыз желілердің аймағында берілген желілерді біріктіреді, құрылымдардың нақтылы профильлеріне сәйкес қолдалатын сервистерін айырып тануы, маршрутизацияны қазіргі желімен біріктіру болып табылады. Бұл құрылымдарға желіге автоматты кіріп және олардың ішінен шығуға мүмкіндік береді, әрбір түйінге бірнеше маршруттардың бар болуын арқасында бір нүктедегі жағымсыз зардаптарын шығарады.



1.3 сурет –Желінің топологиясының варианттары

Типке байланысты, әрбір құрылымда нақтылы желілік функциялары болады :

- координатор желіні сканерлейді және желі жасауға арналған еркін каналдарды анықтайды;
- егер белсенді каналдар жоқ болса немесе белсенді желімен біріктіру болмаса, (FFD) жол көрсетуші желіні сканерлейді, белсенді каналдар табады және қазіргі желінің құрамына енуге тырысады немесе координатордың құқықтарында меншікті дербес желіні құрады. Егер біріктірілген болса, тұстасқан жергілікті жүйені координатордың қазіргі желісіне еніп, ережелерге сәйкес жол көрсетушінің лауазымына жіберіледі және қазіргі желінің координаторына жергілікті жүйе туралы барлық мәліметті алып береді. Жаңадан пайда болған жол көрсетушінің координаторынан синхронизацияның сигналдық пакеттен келесі сигналдық пакеттердің табылуға арналған желінің уақытша параметрлері туралы қажетті мәліметті алады;
- RFD шеткі құрылымы бар желіге кіруге әрдайым тырысады.

Кластерлік ағаш топологиясы желіні масштабтауын және аймақтық жамылғынының кеңейтуін, инфрақұрылымға қосымша шығындарды талап етпей қамтамасыз етеді. Кластерлік ағаш түрінің желісі бірнеше қосымша егулерден тұратын жұлдыз топологиясын және шектелген (RFD) функциялары бар құрылымдарды өз құрамына қосады. ZigBee технологиясы жұлдыз және кластерлік ағаш топологияларынан басқа тысқары желілердің құрастыруға арналған көп ұяшықты қағиданы қолдайды. Мұндай топологиялардың арқасында кез келген желілік түйін желідегі басқа құрылымдар үшін жол көрсетушінің функцияларын орындай алады. Егер (бетон немесе металлдық бөгет тағы сол сияқтылар) бір түйіннен келесі бір түйінге өткен кезде сигналдың жолында бөгеуіл пайда болса, адресатқа деректерді беруге арналған талғаулы маршрут сайланады. Неғұрлым желілік түйіндердің концентрациясы тығызырақ шоғырланса қорғанылған, сенімді жүйеге алып келеді. Егер

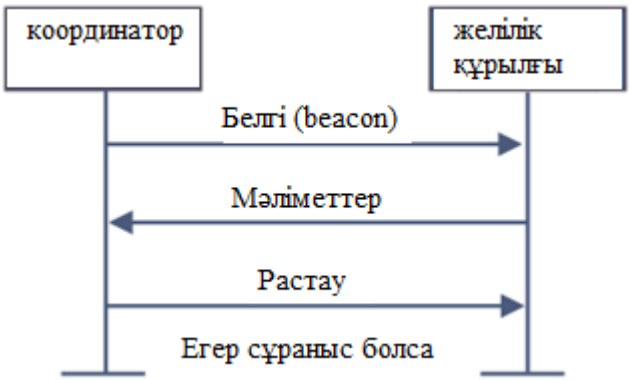
түйіндер біруі істен шықса, маршрут желінің басқа түйіндері арқылы автоматты түрде анықталады, нәтижесінде желі өз бетімен қалыптасады. Дегенмен Автономды көп ұяшықты желілерде қоректену көзінің қызмет мерзімі азаяды, синхрондалған рұқсаттың әдісінің арқасында тарату кезінде каналдарды анықтаудың күрделілігі үлкееді және желілік түйіндермен мәліметтер тасымалдау кезінде (миллисекундалардың ондығы) тоқтаулар болады.

Көп ұяшықты желінің барлық түйіндері басқа түйіндерді табуға қабілетті және бірін-бірі айырып тану кезінде пакеттердің берілуінің ұтымды жолын, айырбастың максимал жылдамдығын, қателердің пайда болуын жиілікті және тосу уақытын есептейді. Өлшеулі мәндер көрші түйіндерге беріледі, трафиктің берілуінің ұтымды жолы қолданылған сигналдардың қуатына сүйене сайланады. Түйіндердің табылуының процесстері және жолдың таңдаулар үнемі жүреді, сондықтан әрбір түйін көршілердің ағымдағы тізімін қолдайды және ең жақсы маршрут олардың орналасу өзгерістерін жылдам есептей алады. Егер қандай да бір түйін (техникалық қызмет көрсету немесе басқа салдардан) желіден шығарылған болса, көрші түйіндер өз кестелерінің кескіндерін жылдам өзгертеді және трафиктің ағындарының маршруттарын қайтадан анықтайды. Бұл өз қалпына келу және істен шығуды жеңу қасиеттері қатаң архитектурасы бар желіні ұяшықты топологиясы бар желіден айтарлықтай айырады.

Деректерді берудің транзакцияларының үш түрі бар болады. Солардың бірлері торлық құрылым мәліметті алып берген координаторға деректерді берумен кездесіп отыр. Екінші транзакция торлық құрылымға координатордан мәлімет жіберумен байланған. Транзакциялардың үшінші түріне торлық құрылымдардың арасындағы мәлімет алмасу тікелей жатады. Жұлдыз топологияларда координатормен және торлық құрылымның аралығында болуы мүмкін ақпараттық айырбас тек қана екі транзакция, өйткені тек қана қолданылады. P2P топологияларда транзакциялардың барлық үш түрлерінің іске асыруы болуы мүмкін.

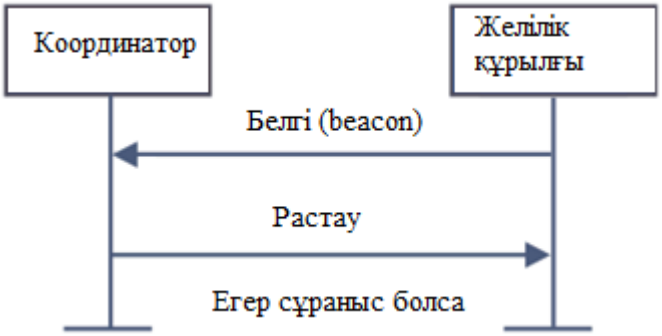
Айырбастардың әрбір түрінің тетігі шамшырақтардың берілуін желіні қолдайды ма, сонымен тәуелді болады. Қолдауы бар PAN шамшырақтардың желілері немесе синхронизациялар талап ететін желілердегіні қолданылады, немесе PCтың шеттегісі үн қосуды аз тоқтау, сондай талап ететін торлық құрылымдарды қолдайды. Егер желі синхронизацияда немесе аз тоқтаулар қажетсінбесе, ол үйреншікті айырбастарға арналған кадрлар қолданбауы мүмкін. Кез келген жағдайдадағы шамшырақтары дегенмен желінің қалпына келтіруіне керек.

Торлық құрылым қашан кадрлардың қолдауы бар PAN-ң желісіндегі координаторына мәліметтер тапсырғысы келеді, ол beacon кадрын детекторлауға бастапқыда тырысады. Шамшырақ қашан білдірген, құрылымды супер кадрдың құрылымымен синхронизацияланады. Тиісті уақыт, құрылымға өз ақпараттық кадры, координаторға CSMA-CA-ң домен алгоритмы қолдана алып береді. Координатор опцион растауды кадрдың жіберуі табысты жеткізуді жолымен растай алады.



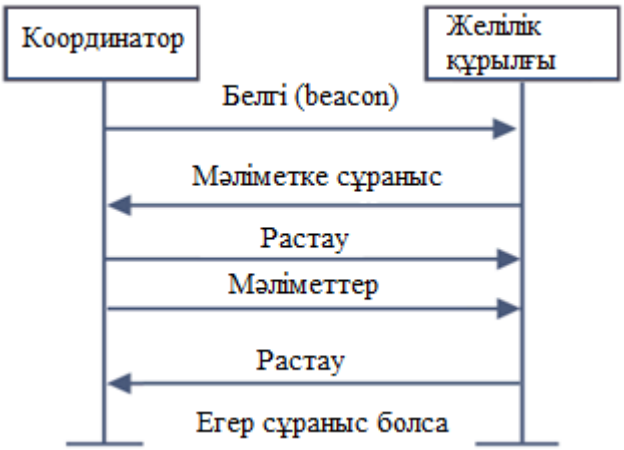
1.4 сурет – beacon шамшырақтарын қолдану арқылы PAN координаторына деректерді тасымалдау

Торлық құрылым қашан шамшырақтардың жалғызіліктіні PAN-ң желісіндегі мәліметтері тапсырғысы келеді, ол координаторға ақпараттық кадрды CSMA-CA-ң домен схемасысыз қолдана жай ғана жібереді. Координатор опцион растауды кадрдың жіберуінің мәліметтерінің табысты жеткізуін растайды. Операциялар тізбек осысы 1.5-сурет суреттеген.



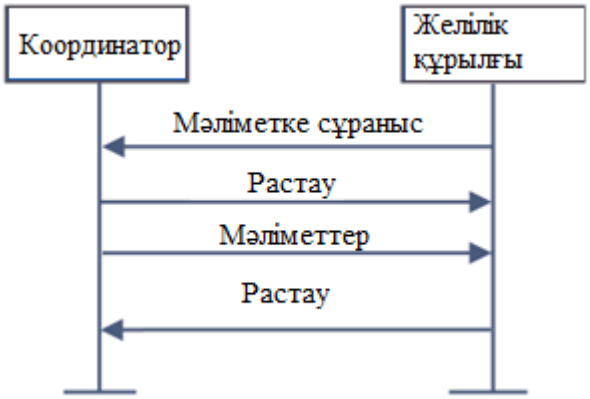
1.5 сурет – PAN-ға координаторы бар коммуникациясы таңбаларсыз

Қашан координатор PAN шамшырақтардың қолдауымен желідегі торлық құрылымына мәліметтер тапсырғысы келгенін, неткен мәліметтер жіберулерді күтетінін ол торлық шамшырақ бойынша анықтайды. Құрылым қатынастың жіберу күтетін beacon-нің торлық шамшырақтарын мерзімді тыңдайды, және егер болады мәліметтердің сұрау салуын Mac, CSMA-CA-ң домен тетігінің қолдануымен беріледі. (ACK) тиісті кадрдың көмегіменін мәліметтердің сұрау салуын алуды раста координатор. Егер болуы мүмкін, мәліметтердің кадры күтетін жіберулер CSMA-CA-ң домен тетігінің қолдануымен жөнелтеді, онда растау ілесе . Құрылым растауды кадрдың жіберуі мәліметтердің табысты алуы жолымен растай алады. Транзакция бұлған бітеді. Қатынас транзакциялар табысты аяқтауда шамшырақта жазып алған күтетін жіберулерді тізімнен бошалайды. Суреттеп айтылған әсерлердің тізбегі 1.6-суретте көрсетілген.



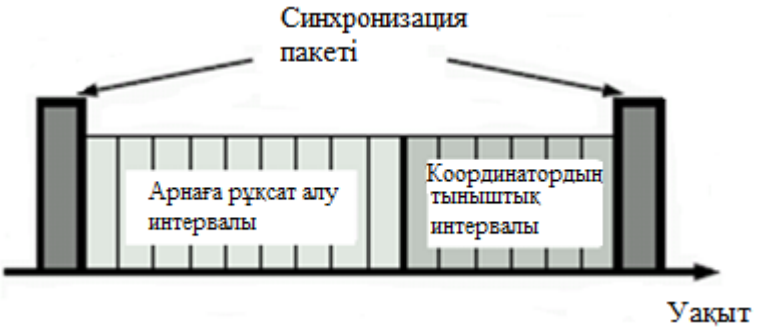
1.6 сурет – PANны желілерді деректерді беруі коммуникаторға маяк қолданушы

Координатор қашан шамшырақтардың жалғызіліктіні PAN-ң желісіндегі торлық құрылымы, ол мәліметтер тапсырғысы келеді тиісті құрылымға арналған мәліметтерді есте сақтайды және мәліметтердің сұрау салуын орындайды. Торлық құрылым MAC-ң жіберуі координатормен байланысу жолымен тетік домен CSMA-CA-лерінсіз қолдана отырып орната алады - мәліметтердің сұрау салуды командасы, айырбастың жылдамдықпені, тап қалған қосымшамен. Координатор растауды 2~кадры арқылыны ақпараттық сұрау салуды табысты алуды растайды. Егер ақпараттық кадр жіберуге қараса, координатор мәліметтердің кадрын құрылымға CSMA-CA-ң домен тетігісіз қолдана жібереді. Егер мәліметтердің кадры, күтетін жіберулер жоқ болса, координатор бұл айғақ немесе мәліметтердің растауды пакет, келесі сұрау салуына, немесе мәлімет өрісінің нөлдік ұзындығы бар ақпараттық кадрында бекітеді. Егер керек болса, құрылым мәліметтердің кадрының табысты алуын растайды. Осы схемаға арналған әсерлердің тізбегі 1.7- суреттелген.



1.7 сурет – координатордан PANның желіге телекоммуникация шамшырақтарсыз

Қосудың сенімділігі CSMA-CA-ң хаттамасының қолдануының арқасында жоғарылайды. Нүкте немесе жұлдыз-нүкте түрдің қолданылатын тек қана Қосуларына көптік рұқсатының бос тұруын стратегия. Ол барлық емес қосымшаларға жақындайды. Жағымсыз өзара әрекеттесудің сақтап қалулары үшін қолдану болуы мүмкін Жағымсыз өзара әрекеттесудің сақтап қалулары үшін (TDMA) уақытша бөлінуі бар көптік рұқсаттың қолдану хаттамалары болуы мүмкін. ZigBee/802.15.4 технология ұқсас TDMA-ң технологиясымен қағида бойынша уақыт аралықтарына кепілдік береді, бірақ бөлінудің қолдану мәліметтері синхронизация және кәдімгі TDMA-лер салыстырғанда күрделірек және кем энергия тиімді алгоритм болып табылған уақытша бөлінудің тәртібі, рұқсатпен тек қана бірлесіп талқылау болуы мүмкін. Ішінде жергілікті торлық ұяшықтың құрылымдарына не білуге мүмкіндік бергенін, неткен уақыт деректерді беруді жүзеге асырылатынын ZigBee-ң уақытша бөлінуі уақытының ұйықтап жатқан күй болатын көбінеселері қол астындағы торлық құрылымдардың жанында торлық координатордан синхронизацияның сигналының қабылдауларына мерзімді төгілетін синхронизацияның тәртібінің қолдануында негізделеді. Координатор каналдарды айырбаспен басқарып, ерекшелейді және 15 мс интервалмен шақырулары 252-ге жүзеге асырады. Сигналдық пакеттердің берілуі өткізу қабілетін анықтайды, әрбіріне желідегі қайшылығы шығарған бірдей ұзақтықтың 16 уақыт аралықтарының рұқсаттың кезегінің күтуін бітегене және ерекшелеуін қамтамасыз етеді.



1.8 сурет –ZigBee желісіне синхронизацияланылған рұқсат

Желінің түйіндерінің әрбірі үшін рұқсаттың уақыт аралығымен CSMA-CA-ң тетігі координатормен, немесе арқылы да анықталады. Қажетті автономды қоректену көзінен жұмыс істегендеге торлық координатордың энергия сақта тәртіптерінің іске асыруына орнатыла интервалдар. Синхронизацияның сигналының күту күйі д кемшілік құрылым сигнал өткізбеу үшін ертерек аздап төгілдіре алатын ептеген уақытша айырмашылықтардың бар болуы артынан энергия тұтынуды болмашы үлкеюге алып келеді. Синхронизацияланылған рұқсаттың функциясы кластер ағашы және көп ұяшықты желі ұлғаймалы топологиясы бар желілер, сондайға қолданылады.

2 ZigBee сымсыз желісін деректерді жинау және жіберу жүйесінде қолдану кезіндегі қиындықтар

2.1 Шынайы жағдайдағы радиосигналдардың таралуы

2,4-2,5 ГГц жиіліктерде электромагнитттік толқындардың таралуының ерекшелігі болып интерференция, дифракция, шағылысу, сыну және шашылу болып табылады. Осының нәтижесінде қабылдау нүктесінде толқын, әралуан фазалы және толқындық векторының бағыты әралуан толқындардың суерпозициясы болып табылады. Толқындарды қосу конструктивті (сигнал қабылдау нүктесінде күшті болғанда) немесе деструктивті (сигнал әлсіреген кезде- қатқыл эффектісі)интерференцияға әкеледі.

1) Шағылысу: бұл құбылыс электромагнитік толқын кез-келген бір өлшемі толқын ұзындығына қарағанда үлкен болатын объектіге тірелген кезде пайда болады. Бұл кезде сигнал қуаты қабырға типтес бөгеттен өткен кезде әлсіреп, шағылысқан толқынды мүлдем басқа жолмен таратып жібере алады.

2) Дифракция: бұл құбылыс электромагниттік толқын тегіс емес сипатты қисықтық радиус толқын ұзындығынан әлдеқайда аз болатын бетпен кездескен кезде пайда болатын құбылыс. Бұл құбылыс толқынның бұрыштармен шығыстарды айнала қозғалуына әкелуі мүмкін. Бұл эффект ғимарат ішіндегі жағдайда өте пайдалы, себебі сигнал басқа жол арқылы өте алады.

3) Шашылу: электромагниттік толқынның жолында өлшемі жағынан толқын ұзындығынан кіші болатын объектімен кездескен кезде болатын құбылыс. Нәтижесінде сигнал шашырап, шағылысу эффектісіне тән шашыраған сигнал әртүрлі жолмен қозғалатын эффект пайда болады. (Мысалға жапырақты ағаштар).

4) Рефракция (сыну): электромагниттік сигнал сыну көрсеткіші бір нүктеден екінші нүктеге баппен өзгеретін ортада таралған кезде болады; көптеген жағдайда әртүрлі сыну көрсеткіші бар біртекті орталардың бөліну шекарасындағы сәуле бағытының күрт өзгеруі «сыну» деп аталады. Сигнал ауалы немесе сулы ортадан, ғимарат қабырғаларынан, әртүрлі бөгеттерден өткен кезде сынады.

5) Доплер эффектісі, қозғалмалы объекттің орын ауыстыруында өз әсерін тигізеді. Бұл эффекттер бір сигналдың көптік таралуына әкеледі, нәтижесінде біз көпсәулелі эффект аламыз.

Деструктивті интерференциядан кейін бірнеше кері әсер пайда болады. Біріншіден, қабылдау нүктесінде сигнал сезгіштіктің төменгі шегінен аз болуы мүмкін, соның салдарынан байланыс жоғалуы мүмкін. Екіншіден қозғалмалы қорек көзінен немесе қабылдағыштан қабылдау нүктесінде, әлсіз немесе күшті сигналдың ауысуы, бірнеше бит ақпараттың жоғалуына немесе жіберу жылдамдығының, кадрларды қателікпен қайтадан жіберуі салдарынан азаюына әкелуі мүмкін. Үшіншіден толқындардың кешігу уақытының айырымы әртүрлі

жолмен жүрген символдың ұзақтығынан асып кетсе, хабарламалардағы көрші символдар бір-бірінің үстіне қосылып, символаралық инерференция эффектісін тудыруы мүмкін.

Радиотолқынның қуаты антеннадан қашықтаған сайын төмендейді. Қорек көзінен қандайда біріқашықтыықта толқын қуатының тығыздығы P(d) келесі тәуелділікпен суреттеледі:

$$P(d) \approx P_t(d_0/d)^{\gamma}, \qquad (2.1)$$

мұндағы d_0 – деректерді жіберудің әрбір сымсыз протоколына тәжірибе жүзінде анықталатын тұрақты;

γ= 2…6 параметрі антеннаның конструкциясына, жиіліктер диапазонына, электромагниттік толқынның таралу жолындағы бөгеттерге тәуелді.

Сымсыз желі құрылғыларында сфера түрінде болатын сенімді түрде қабылдаудың шектелген зонасы болады. Егер станция сенімсіз қабылдау қашықтығында орналасса, онда қоршаған ортаның аздаған өзгерісінен хабарламалар жоғалып немесе жіберу жылдамдығы төмендеуі мүмкін.

Деректерді жіберу кезінде жіберіліп отырған сигналдың бүлінуінің басқа салдары пайда болуы мүмкін: көрші каналдардың паразитті өзараәсері, доплер эффектісі, статикалық электрдің разрядтары, жоғарывольтті(жоғарытоқты) қондырғылардың жұмысы. Осылардың бәрі деректер пакеттерінің жойылуына, қайтадан жіберуге жәнеде нәтижесінде деректерді жіберу каналындағы кешігуге әкеп соғуы мүмкін. Қателіктер ағынының интенсивтілігі бөгеттер көздерінің қуатына, модуляцияның типіне және таратқыштың қуатына тәуелді. Деректерді жіберу каналындағы бөгеттің себеп-салдары болып тек деректердің жоғалуы немесе жіберу жылдамдығының төмендеуі болып қана қоймай, кеңістіктік қарама-қайшылық мәселесі болуыда мүмкін. Айтылып отырған мәселеде, жүйеде қабылдау жайында хабарсыз жіберудің кеңбаяндамалық режимі пайдаланылады, яғни барлық қабылдағыштар біруақытта барлығы бірдей хабарлама алуға міндетті. Бірақта қателіктің кесірінен каналда тұтынушылар қате деректерді алуы мүмкін. Егер айтылып отырған режим бірнеше контроллерлердің бір технологиялық процесте синхонды жұмыс істеуі үшін қолданылса, нәтижесінде қате деректерді алудан процестің рассинхронизациясы болуы мүмкін, сондықтан қателік болмағаны жөн.

Сымсыз құрылғылар сигналды бір канал арқылы жіберіп қабылдай алмайды. Қашықтықтан сәулелену қуатының тығыздығының тез төмендеуі кесірінен. Өзіндік таратқыштың сигналы қабылдағыштыкінен анағұрлым жоғары болып, оны басып тастайды. Сымсыз желілер байланысында құрылғылар деректерді жіберу каналын, пайдалы хабарлама жіберу кезінде тыңдай алмайды. Сондықтан коллизияны байқауға негізделген, желіге рұқсат алу әдістерін қолдану мүмкін емес. Өзіндік таратқыш істемей тұрғанның өзінде өзге тасымалдаушы станцияны аңғаруда қиындықтар туындайды.

IEE802.11 стандартында «жасырылған түйін» мәселесін RTS (Request to Send) жіберуге рұқсат сұрау және «бос» CTS (Clear to Send) жауап алу арқылы шешу ұсынылды. Станция деректерді жіберу сеансын RTS- ті жіберуге рұқсат сұрау арқылы бастайды, албасқа станция «бос» CTS жауабын жібереді, өзіне арналмаған RTS немесе CTS пакетін қабылдап алған кез-келген басқа станция, күту жағдайында қалады. Бұл әдістің ең басты кемшілігі, рұқсат сұрау мен жауап алу сигналдары құрылғылардың арасындағы деректер алмасуының жылдамдығын нашарлатады, себебі деректер пакеттерінің көлемдері рұқсат сұрау мен жауап алусигналдарымен салыстырмалы.

Жоғарыда айтылғанның бәрі сымсыз каналдар рұқсат алу әдісін CSMA/CD типті каналға қолдана алмайтынын дәлелдейді. CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) көптік рұқсатты бақыланатын және коллизияны тоқтататын әдіс қолданылады. Айтылып отырған әдісте коллизияның болмайды, себебі қабылдағыш әрқашан өзінің таратқышының ссгналымен басылып қалатындығынан, коллизияның пайда болу мүмкіндігін төмендету шаралары жүргізіледі.

CSMA/CA әдісінде байланыс каналын резервуарлау сигналдары қолданылады, нәтижесінде коллизия ұзақ деректер пакеттерінің арасында емес, қысқа резервуарлау сигналдарының арасында пайда болады. Жіберуді бастайың деп жатқан станция желінің барлық қатысушыларына осы коллизия жайлы хабарлайды, белгілі бір уақытрезервуарланады, тек барлық станциялар резервуарлау сигналын қабылдағаннан кейін ғана деректерді жіберу басталады. Қосымша ретінде канал босатылғаннан кейін коллизияның пайда болу мүмкіндігін төмендету үшін кездейсоқ кешігу қолданылады.

Автоматизация жүйелерінің желілерінде сымсыз желілер сымды желілерге қарағанда келесі артықшылықтарға қол жеткізуге мүмкіндік тудырады:

а) датчиктерді орнатуға кететін шығындарды азайтуға;

б) кабельдерге профилактикалық жұмыстарды жүргізу қажеттілігі туындамайды;

в) кабельдерді тармақтарға бөлу үшін қымбат қондырғыларды пайдаланудың қажеті жоқ;

г) жүйені жөндеуге, күту жұмыстарына деген шығындарды және кететін уақыттың мөлшерін төмендетеді;

д) кабельдің жоқтығынан жүйенің құндық бағасын төмендетеді;

е) жүйедегі бұзылуларды іздеуді тездетуге мүмкіндік береді;

ж) жүйенің оңтайлы дамуын қамтамасыз етеді.

Өндірістік желілерге деген сұраныстарды қарастыра отырып, яғни релелік қорғаныс және автоматика желілерге, сымсыз желілер сымды желілерге қарағанда бірнеше сиппаттама бойынша кемшілігі бар:

а) хабарламаны жеткізу уақыты;

б) электромагниттік бөгеттердің сымсыз желілерге кері әсері;

в) байланыстың сенімділігі;

г) ретрансляторларды пайдаланбаса байланыс қашықтығының шектелуі;

д) каналды пайдалану коэффициентінің және бір уақытта жұмыс істеп жатқан станциялардың санын көбейткен жағдайда, желінің өткізу мүмкіндігінің төмендеуі;

е) қауіпсіздік.

CSMA/CA каналы үшін қолданылатын рұқсат алу механизмі алдын-ала белгілі бір уақыт ішінде жеткізуді қамтамасыз етпейді, бұл мәселені сымды желідегі сияқты коммутатордың көмегімен шешуге болмайды.

Байланыс сенімділігі, қорек көзінің батареясын дер кезінде ауыстырмаған жағдайда байланыс түйіндерінің орналасу реті өзгеріп, немесе радиотолқындардың өшуін, шағылысуын, сынуын, шашылуын өзімен бірге алып келетін объекттер пайда болуы арқылы анықталады. Байланыс кенеттен нашарлап немесе жоғалып кетуі мүмкін.

Сымсыз желілердің ең басты кемшілігі болып ақпараттың жоғалуы, қолдан жасалған бөгеттерден қорғалмағандығы, жаудың білдіртпей технологиялық процесті басқару мүмкіндігі болып табылады.

Жоғарыда айтылған мәселелердің пайда болу себептерін және солармен күресу әдістерін қарастырайық. Айтылып отырған мәселлелердің негізгі себептері болып интерференция, дифракция, сыну, шағылысу, шашылу және түбірден қашықтаған сайын сәулеленуқуаты тығыздығының төмендеуі, және де шектелген кеңістікте радиотолқындарды локализациялай алмау болып табылады.

2.2 2,4 ГГц жиілікте ZigBee стандартының радиотолқындарының таралуының ерекшеліктері

Радиосигналдарды шынайы жағдайда тарату кезінде ZigBee түйінінің қабылданатын қуатының өлшеміне көптеген факторлар әсер етеді: интерференция, дифракция, сыну, шағылысу, шашылу.

Радиотолқындардың пикожелілерде таралуы ғимарат ішінде немесе ашық мекенде болуы мүмкін.

ZigBee түйіндерін ғимарат ішінде орналастырған кезде радиосигналдың ғимаратта таралуы тіке көріністің аздаған бөлшегі және жақын орналасқан бөгеттердің көпшілігі ретінде сипатталады. Сондықтан базалық станция арқылы қабылданып отырған сигнал қуатының деңгейі радиосигналдың көпсәулелі таралуы арқылы анықталады.

Көпсәулелі тарату кезінде базалық станция арқылы алынған нәтижелік сигнал орта деңгейден жоғары немесе әлдеқайда төмен болуы мүмкін. Сигналды қабылдау нүктесінде әртүрлі фазалы және амплитудалы болуы мүмкін, сондықтан сигналдың жоғалуымен бұзылуының пайда болуы ықтимал. Ғимарат ішінде деректерді жіберу кезінде сигналдың өшу деңгейін анықтау барысында, бөгеттер санын, жасалған материалын ескерген жөн. Қабылданған

сигналдың деңгейін есептеуде радиосигналдың таралуы болып жатқан ғимараттың типін ескеретін формуланы жиі қолданады.

$$P_d = P_0 - 10 \cdot n \cdot \log(f) - 10 \cdot n \cdot \log(d) + 30 \cdot n - 32{,}44. \qquad (2.2)$$

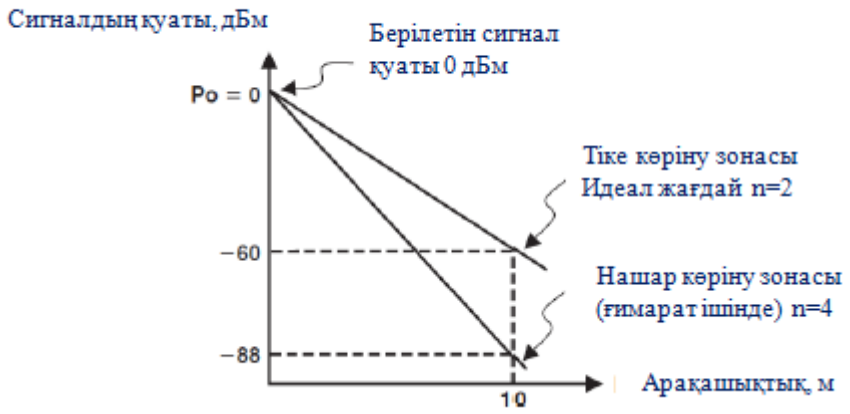
Коэффициенттің мәні тәжірибе жүзінде анықталады, 2.1 кестеде әр типті ғимараттар үшін мәндері көрсетілген

2.1 к е с т е – n коэффициентінің мәні

Таралу кезіндегі шығын коэффициентінің мәні n	Радиосигналдың таралу зонасы
2.0	Бос кеңістік
От 1.6 до 1.8	Ғимарат ішіндегі тіке көрініс сызығы
1.8	Азық-түлік дүкені
1.8	Қағаз өнімдерді өндіретін зауыт
2.09	Кездесулерді өткізетін үстелмен орындықтары бар бөлме
2.2	Жекешелеп сататын дүкен
От 2 до 3	Тіке көріністсіз ғимарат ішінде

Тіке көріністі сызық дегеніміз радиосигналды тарату кезінде таратқышпен қабылдағыш арасында ешқандай бөгет жоқ дегенді білдіреді.

2.1 суретте таратқыш құрылғыдан 10 метр қашықтықта радиосигналдың таралуы кезіндегі шығын коэффициентінің қабылданатын сигналдың қуатына әсері көрсетілген. Деректерді жіберудің жиілігі 2405 МГц , сигнал қуаты 0 дБ, n коэффициентінің мәні 2 болғанда сигнал деңгейі -60 дБм, ал 4-ке тең болғанда сигнал деңгейі -88 дБм тең болды.



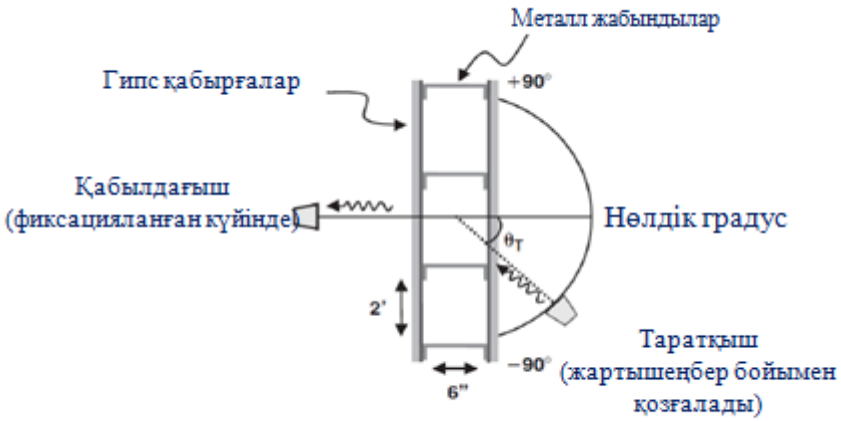
2.1сурет –Таралу зонасының қабылданған сигнал қуатының деңгейіне әсері

Сигнал бөгеттен өткен кезде беріліп отырған объекттің сіңірілген сипаттамасы оның температурасымен, деректер жіберіліп жатқан жиілік арқылы анықталады. Әрбір материал температура мен сигнал жиілігінің функциясы болып келетін өшу тұрақтысымен α (дБ / м) байланысты. Мысалға 2,4 ГГц жиілікте және бөлмелік температурада су үшін әлсіреудің тұрақтысы шамамен 330 дБ/м. Метал радиосигналды өзіне сіңірмейді, керісінше толығымен шағылыстырып жібереді.

Сигнал жиілігінің бөгеттен өтуіне әсері бөгет материалының типіне байланысты. Ғимараттарда жиі қолданылатын ZigBee жүйелерінің жиіліктер диапазонымен материал типін ескере отырып, сигнал жиілігін жоғарылатқан сайын сигналдың әлсіреуіде күшейеді деген қорытынды жасауға болады. Жоғары жиілікті сигналдарға қарағанда төменгі жиілікті сигналдар бөгеттен анағұрлым жақсы өтеді.

Объект сигналының бөгеттен өтуі сигналдың объект бетіне түсетін бұрышқада байланысты. 2.2 суретте мысал ретінде екә гипс қабырғалар көрсетілген. Сигнал қабырғаға 0 градус бағытпен түсірілген. Бұл бұрыш таратқышты жартышеңбер бойымен орын ауыстырған сайын өзгеріп отырады. Беріліп отырған сигнал қабырғаның қарама-қарсы жағында өлшенеді.

Суретте таратқыштың әртүрлі жағдайда орналасқан кездегі сигналдың қуаты көрсетілген.Суретте көрсетіліп тұрғандай сигналдың максимал қуаты егер ол қабырғаға 0 градус бағытпен түскен кезде,ал минимал қуаты 90 градус бағытпен түскен кезінде болады.



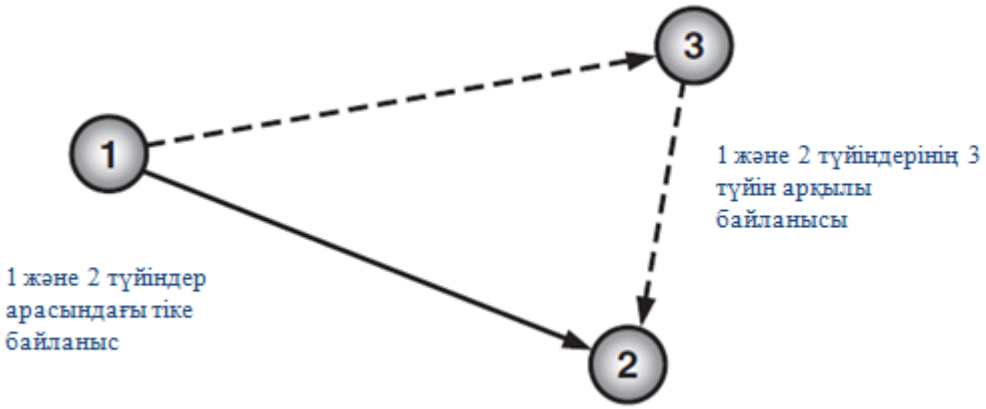
2.2 сурет – Радиосигналдың гипс қабырғадан өтуі

Сигнал қуатының мәні радиосигналдың таралу жолында ешбір бөгет болмаған жағдайда максимал мәнге жетеді (2.3сурет).

2.3 сурет – Қабылданған сигналдың қуаты

Көпсәулелі тарату мәселесінің шешімінің бір түрі болып қабылдауыш антеннаны бөлу техникасын қолдану болып табылады. Бұл әдісте қабылдауыш құрылғыда екі антенна пайдаланылады, осы кезде ұсынылатын олардың арасындағы арақашықтық сигналдың толқын ұзындығына тең болуы керек. Егер бір антенна сигнал деңгейі төмен жерде орналасса, онда екінші антеннаның терең қатқылдау зонасында болмау мүмкіндігі жоғары. Қабылдағыш осы екі антенна арасын өз қалауымен қосыла алады.

Байланыс каналында сигналдың өшуі қабылдағышпен таратқыштың орналасқан жеріне байланысты, сондықтан дұрыс жолды таңдаған радиосигналдардың көпсәулелік таралу кезінде пайда болатын мәселелерді жеңуге мүмкіндік бере алады. Ұяшықты желі сигналдың қатты өшуінен құтылуға көмектесе алады (2.4сурет).



2.4 сурет–Альтернативті байланыс арнасы арқылы деректерді жіберу

Радиосигналды тарату зонасында бөгет болмайтын(радиосигналды көпсәулелі таратусыз), тек кеңжолақты шу ғана бар модельді аддитивті

(ақ)гауссты шуыл канал моделі деп атайды. Бұл модельге қарағанда өшу каналы жиілікті-таңдаулы фильтр ретінде жұмыс жасап, жіберіліп отырған сигналдың кейбіржиіліктік компонентерін әлсіретуі мүмкін. Егер осы әлсірету өте күшті болса, бұл құбылысты терең өшу деп атайды. Қондырғыны пайдаланғанда және қолданғанда осы терең өшуді ескерген жөн.

Кезекті IEEE 802.15.4 таратқышының шығыс қуатын реттеуге болады және диапазонды таратқыштың шығыс қуатын өсіру арқылы өсіруге болады. Бірақта егер таратқыштың максимал шығыс қуаты негізінде 3 dBm ге тең жеткіліксіз болса қуатты сырттан күшейткішті (PA) қосуға болады.

3 Есептеу бөлімі

3.1 ZigBee құрылғыларының тұтынатын қуатын есептеу

Деректерді жіберу кезіндегі тұтынатын қуат деректер пакетінің өлшемімен тікелей байланысты. Жіберу кезіндегі пайдаланылатын тоқ Chipcon2430 өндіруші көрсеткен 26,9 мА. 3В батареяны қолданған кездегі өндірілетін қуаттың мәні:

$$P = UI, \tag{3.1}$$

$$P = 26{,}9 \text{ -}10^{3} \bullet 3 = 80{,}7 \text{ мВт.}$$

Деректерді жіберу кезіндегі тоқ 26,7 мА, 3В батареяны қолданған кездегі өндірілетін қуаттың мәні.

$$P = 26{,}7 \text{ -}10^{3} \bullet 3 \text{ мВт.}$$

Ұйқы режимі кезіндегі тоқ 0,5 мкА өндірілетін қуат:

$$P = 0{,}5 \text{ -}10^{6} \bullet 3 = 1{,}5 \text{ мкВт.}$$

Chipcon CC430 төрттолқынды күшейту коэффициенті 2,2 дБ болатын антеннаны пайдаланады. Жіберу және қабылдау кезіндегі антеннаның күшеюін табамыз:

$$G = 10^{\frac{Gldd}{10}}, \tag{3.2}$$

$$G = 10^{\frac{2,2}{10}} = 1{,}66 .$$

Қабылдағыштың сезгіштігі минимал кіріс сигнал ретінде анықталады және сәтті декодтала алады. CC2430-ң қабылдағышының сезгіштігі -95 дБм. Мәндерді ватт арқылы табу үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$P_r = \frac{10^{\frac{PdБd}{10}}}{1000}, \tag{3.3}$$

$$P_r = \frac{10^{\frac{-95}{10}}}{1000} = 3.1623 \cdot 10^{-13} Вт .$$

Тұтынудың орташа тоғының мәні келесі формуламен анықталады:

$$I_{ор} = I_{лез} \frac{t_к}{t_к + t_о} \quad , \qquad (3.4)$$

мұндағы $I_{лез}$ – осы режимдегі лездік мәні;

$t_к$ - ZigBee құрылғысы тоқты тұтыну кезіндегі уақыты;

$t_о$ – құрылғының тыныштық күйі.

Құрылғы үш режимде жұмыс істейді:

а) күту режимі. Бұл режимде Tmote sky платформасының MSP430 микроконтроллерімен тұтынатын тоғы 2,6 мкА(номинал мән), 3 мкА (максимал мән). Біздің есеп үшін максимал мәнді таңдаймыз;

б) маякті сигналдарды қабылдау және оларды өңдеу режимі. Маяктық фпеймдерді алу үшін ұйқы режимінен әр 10 секунд сайын 6мс қа шығады;

в) деректерді жіберу режимі. Есептеу үшін деректерді жіберу тәулігіне әр сағат сайын болады деп болжап аламыз, осы кезде 100 мс ішінде тұтынылатын тоқ 40 мА.

Сигналдарды қабылдаудағы орташа тоқты анықтаймыз:

$$I_{ор.к} = 40 \cdot 10^{-3} \frac{6 \cdot 10^{-3}}{10} = 24 мкА \ .$$

Деректерді жіберудегі орташа тоқты анықтаймыз:

$$I_{ор.ж} = 40 \cdot 10^{-3} \frac{24 \cdot (100 \cdot 10^{-3})}{86400} = 1{,}1 мкА \ .$$

Құрылғының тұтынатын орташа тоғын мына формула арқылы табамыз:

$$I_{ор} = I_{ор.тын} + I_{ор.к} + I_{ор.ж} \ , \qquad (3.5)$$

$$I_{ор} = 3 + 24 + 1{,}1 = 28{,}1 мкА \ .$$

Сигнал деңгейін анықтауға болатын радиотолқынды таратудың үш моделі бар. Оның сезгіштіктің табалдырығынан жоғары болуынан оның сигналды үлгерімді декодтау мүмкіндігі анықталады.

ZigBee желісінің қабылдау-таратқыш бөлігі көп уақытын ұйқы режимінде өткізеді. Сондықтан бөлікті тұтыну әртүрлі жұмыс режиміндегі тұтынылатын қуатқа байланысты. Бөліктің негізгі жұмыс режимдері болып қабылдау және тарату болып табылады, сондықтан орташа энергия тұтыну осы екі режимге тәуелді. Арнаны тыңдаумен өңдеуге әлдеқайда аз энергия жұмсалады.

IEEE 802.15.4 стандартында ең қысқа пакет қосынды ұзындықты нақтылау пакеті болып есептеледі L_{ACK} = 11 байт. Олай болса ұзындығы L_{data} (шифрлаусыз, 16-разрядты адресациясымен) болатын жіберу/қабылдау пакетіне жұмсалатын энергия келесі өрнектен табылады:

$$e_{data}(n) = L_{data}(n) / L_{ACK} = \frac{17+n}{11} \ , \qquad (3.6)$$

мұнда *n* – деректер өрісінің өлшемі (байт).

Берілген есептеуде ұзындығы L_{Jato}=26 байт хабарламасы 9 байт болатын деректер өрісінің 3 мәнін стандарт бойынша қарастырамыз, осындай ұзындықпен қабылдағыштың сезгіштігі спецификацияланады:

$$e_{data}(n) = \frac{17+9}{11} = 2.36.$$

3.2 ZigBee желісінің қабылдау/тарату трактісіндегі шуылды есептеу

Цифрлық байланыс жүйелеріндегі өнімділіктің ең негізгі сипаттамаларының болып «сигнал-шу» қатынасы табылады. «Сигнал-шу» қатынасы – бұл 1 бит энергия сигналының 1 герц (E_b/N_0) шу қуатының тығыздығына қатынасын айтамыз. Екілік цифрлық мәліметтерден құраған, белгілі-бір R бит/с жылдамдықпен берілетін сигналды қарастырайық. Ескерте кететін жай, 1 Вт=1 Дж/с тең және бір бит сигналдың салыстырмалы энергиясын анықтаймыз: $E_b=ST_b$ (мұнда S – сигнал қуаты, T_b – бір битті беру уақыты). R мәліметтер тарату жылдамдығын мына түрде келтіруге болады $R=1/T_b$. 1 Гц енді жолақта бар болатын жылулық шу, кез келген құрылғы және өткізгіш үшін мынаған тең:

$$N_0 = kT \text{ (Вт/Гц)}, \qquad (3.7)$$

мұнда, N_0 –1 Гц жолақтағы ватт өлшемдегі шуылдар қуатының тығыздығы;

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

T – температура Кельвинде (абсолюттік температура),

сәйкесінше,

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S/R}{N_0} = \frac{S}{kTR} \ . \qquad (3.8)$$

Қате биттердің пайда болуының жылдамдығы берілген қатынастың функцисы болғандықтан, E_b/N_0 қатынасы үлкен тәжірибелік мағынаға ие. E_b/N_0 бізге анық болған жағдайда, бізге қажетті қате деңгейін анықтау үшін,

келтірілген теңдеудегі барлық басқа мәндерін алуға болады. Ескерте кететін жай, R мәліметтерді тарату жылдамдығы өскен кезде, E_b/N_0 бізге керекті мәнін сақтап қалу үшін берілетін сигнал қуатын шуға қатысты өсіру қажет. Көп жағдайда шу қуатының деңгейі мәліметтер битінің бір мәнін өзгертуге жеткілікті. Егер де біз мәліметтер тарату жылдамдығын екі есе өсірсек, онда биттер екі есе тығыз болады және сол баяғы бөгде сигнал екі бит ақпараттың жоғалуына әкеп соғады.

Сәйкесінше, сигнал қуатының және шуының өзгеріссіз жағдайында мәліметтер тарату жылдамдығының өсуі қателер деңгейінің өсуіне әкеп соғады. Сигналды кодтау әдісі. 10 қателердің пайда болу жиілігінде E_b/N_0 қатынасы 8,4 дБ тең болу үшін.Егер жылулық шу тиімді температурасы 290 К тең,ал мәліметтерді тарату жылдамдығы – 1 Мбит/с тең боса,онда жылулық шуға төтеп беретін сигнал қуаты қандай болуы қажет?

Формула бойынша (3.9) S табамыз :

$$S = \frac{E_b}{N_0} \cdot kTR \quad . \tag{3.9}$$

Есептеулерді қысқарту үшін бұл мәндерді логарифмге ауыстырамыз:

$$S_{дБВт} = 10\log_{10}(\frac{E_b}{N_0} \cdot kTR) = (\frac{E_b}{N_0})_{дБ} + 10\log(kTR) \ . \tag{3.10}$$

Мынандай болғандықтан, 1 Мбит=1048576 бит, онда:

$$S_{дБВт} = 8{,}4 + 10\log_{10}(1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 290 \cdot 1048576 = -135{,}37 дБВт.$$

Немесе:

$$S = 10^{\frac{S_{дБВт}}{10}} = 2{,}904 \cdot 10^{-14} \text{ Вт.}$$

Сәйкесінше,жылулық шуға төтеп беру үшін -135,37 дБВт қуат қажет.

3.3 Еркін кеңістіктегі шығындар

Кез-келген сымсыз байланыс түріне қарай таралатын сигнал кеңістікте таралу шегіне байланысты сезіледі. Соған байлнысты,антенна қабылдайтын сигнал қуаттылығы, таратын антенна алшақтаған сайын кеми береді. Осы жерсеріктік байланыс үшін айтылған әсер, сигнал интенсивтілігін төмендетудің негізгі себептердің бірі болады. Егер біз өшудің және әлсіреудің барлық себептері жоқ деп санағанның өзінде де, берілген сигнал кеңістікте таралу мөлшеріне байланысты өше береді.

Бұған себеп–сигналдың үлкен аудан бойынша таралуында. Бұндай өшулер түрін еркін кеңістіктегі шығындар және шағылысқан сигнал қуаттылығының алынған сигнал қуаттылығына қатынасымен анықталады.

Есептеуге қажет байланыс параметрлерінің мәндері 3.1кестеде көрсетілген

3.1 к е с т е – Есептеуге берілген байланыс параметрлері

Параметрлері	Мәндері
Радиобайланыстың қашықтығы г, м	20 м; 30 м.
Эталондық арақашықтық <i_0, *м*	1
Тракттағы шығын көрсеткішінің дәрежесі *а*	3
Таратқыштың орташа шығыс қуаты р, *дБм*	1мВт (0 дбм)
Қабылдағыш шуының орташа деңгейі *р, дБм*	-95,5
СШҚ орташа квадраттық ауытқуы *а, дБ*	3
Қабылдағыш және таратқыш антенналардың күшею коэффициенті	1,66
Тасымалдауыш толқынның ұзындығы	0,125 м

Қабылданған сигналдың қуатын есептеу үшін шығындарды тракта шашырату формуласы қолданылады:

$$P_{r,дБ} = \frac{P_{t,дБ} G_{t,дБ} G_{r,дБ} \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \quad , \tag{3.11}$$

мұнда, $P_{tдБ}$ – таратқыш антенна сигналының қуаты;

$P_{rдБ}$ – қабылдағыш антеннаға түсетін сигналдың қуаты;

λ – тасымалдаушы толқын ұзындығы;

d – екі антенна арасымен сигналдың жүріп өткен ара;

$G_{tдБ}$ – таратқыш антеннаның күшейткіш коэффициенті;

$G_{rдБ}$ – қабылдағыш антеннаның күшейткіш коэффициенті.

Сол мәнді децибелге айналдырғанда берілген теңдеуден ондық логарифмді алған жөн,содан соң алынған нәтижені 10 көбейтеміз.

$$P_L = 10\log\frac{P_{t,дБ}}{P_{r,дБ}} = -10\log\frac{P_{t,дБ} G_{t,дБ} G_{r,дБ} \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \quad , \tag{3.12}$$

$$P_L = 10\log\frac{P_{t,дБ}}{P_{r,дБ}} = -10\log\frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \quad . \tag{3.13}$$

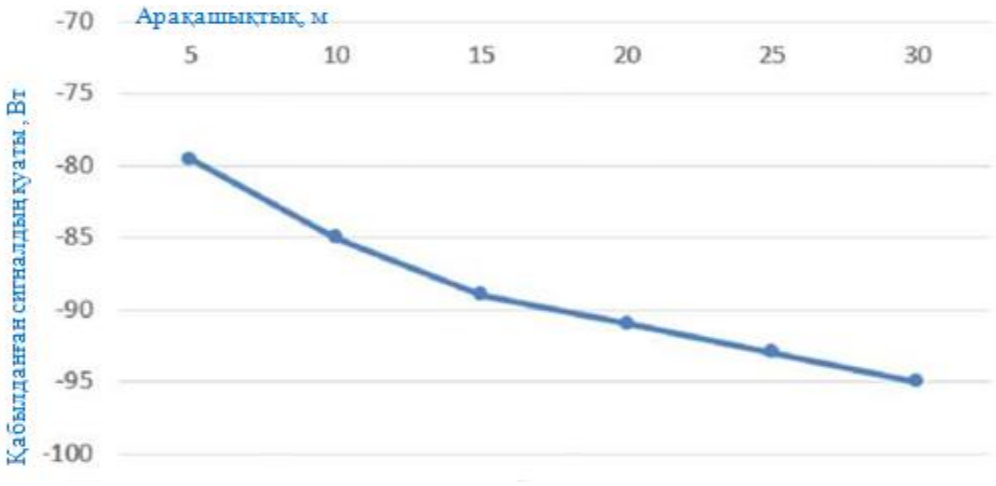
3.2 кестеде есептеудің нәтижелері көрсетілген. Есептеуден көріп

отырғанымыз ашық кеңістікте қабылданып отырған сигналдың қуаты шамамен -95дБ болған кезде әлсіреудің мәні 65 дБ-ге дейін жетеді

3.2 к е с т е – Есептеудің нәтижелері

Арақашықтық, м	Қабылданған сигналдың қуаты, Вт	Ашық ғимараттағы әлсіреу, дБ
5	1,09 -10^{-8} (-79,62 дБ)	59,63
10	2,729-10^{9} (-85,63 дБ)	55,63
15	1,21-10^{9} (-89,17 дБ)	59,17
20	6,82 -10^{-10} (-91,66 дБ)	61,66
25	4,36 -10^{-10} (-93,6 дБ)	63,60
30	3,03 -10^{-10} (-95 дБ)	65,19
35	2,22 -10^{-10} (-96,5 дБ)	66,53
40	1,7 -10^{-10} (-97,7 дБ)	67,69
45	1,35 -10^{-10} (-98,6 дБ)	68,69
50	1,09 -10^{-10} (-99,62 дБ)	69,62

3.1 Суреттегі графиктен көріп отырғанымыз арақашықтық ұлғайған сайын қабылданып отырған сигналдың деңгейі бірден төмендейді, 30 метр қашықтықта сезгіштіктің шегінің астына қарай төмендейді

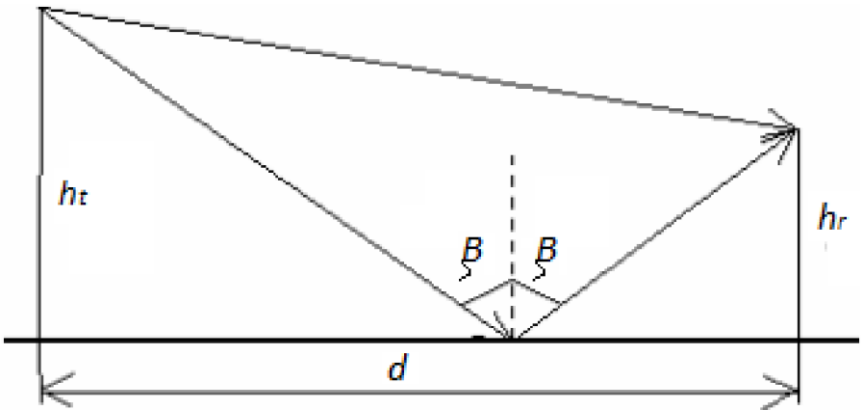


3.1сурет – Арақашықтыққа байланысты сигнал қуатының өзгеруі

Бос кеңістік моделі жер бетіндегі шағылысуды, қатқылдауды, көпсәулелі таралуды ескермейді. Үлкен дәлдікті есептеу барысында екісәулелі модельмен көлеңкелену моделі береді.

3.4 «Екісәулелі» модель

Бұл модель сигнал таралуының тік сызығы, таратқыш құрылғыдан қабылдағыш құрылғыға жалғыз емес деп болжайды, оған қоса жердің бетінен шағылысу бар. Жазық әртекті екі ортаның бөлінуіне жақын орналасқан электромагниттік өрісті екі типті электромагниттік толқынның, бірі тіке екіншісі ортаның бөліну шекарасынан шағылысқан толқындардың қосындысы ретінде қарастыруға болады (3.2 сурет).



3.2 сурет – Екісәулелі таралу моделі

Боскеңістікті модельге қарағанда екісәулелі таралу моделі жақсы нәтиже беретіні белгілі

Таратқыш және қабылдағыш құрылғылардың биіктіктерін ескере отырып сигналдың қабылданған қуаты мына формуламен есептеледі:

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r h_t^2 h_r^2}{d^4 L} \qquad (3.14)$$

мұнда h_t -ZigBee таратқыш құрылғысы орналасқан биіктік, оны 1,5 метрге тең деп аламыз;

h_r - ZigBee қабылдағыш құрылғысы орналасқан биіктік, оны 1,5 метрге тең деп аламыз;

G_t – таратқыш антеннаның күшею коэффициенті, дБ;

G_r – қабылдағыш антеннаның күшею коэффициенті, дБ.

3.3 кестеде ZigBee құрылғысының таратқышы мен қабылдағышының арақашықтығына тәуелді сигнал қуатының есептеу нәтижесіндегі табылған мәндері көрсетілген. Есептеу нәтижесінен көріп отырғанымыздай, екісәулелі таралу моделі, екі ортаның бөлінуінің бар болған кезінде бос кеңістікке қарағанда арақашықтық артқан сайын қабылданып отырған қуаттың

төмендеуінен тез болатынын байқаймыз. 20 метр қашықтықта алынған қуаттың мәні -70 дБ.

3.3 к е с т е – Есептеу нәтижесінде алған сигнал қуатының мәндері

ZigBee таратқышы мен қабылдағышы ның арақашықтығы ,	Нәтижесіндегі сигналдың қуаты, Вт (дБ)
5	2,232 -10^{-5} *Вт* (-46,5 дБ)
10	1,395 -10^{6} *Вт* (-58,5 дБ)
15	2,756 -10^{-7} *Вт* (-65,6 дБ)
20	8,719 -10^{-8} *Вт* (-70,6 дБ)
25	3,571 -10^{8} *Вт* (-74,47 дБ)
30	1,722 -10^{8} *Вт* (-77,63 дБ)
35	9,296 -10^{9}*Вт* (-80,3 дБ)
40	5,449 -10^{9} *Вт* (-82,6 дБ)
45	3,402 -10^{-9}*Вт* (-84,7 дБ)
50	2,232 -10^{9} *Вт* (-86,5 дБ)

Екісәулелі модельде таралу жолындағы әртүрлі бөгеттерден шағылысу ескерілмейді.

3.5 Сигналдың әрекет ету аймағын есептеу

Байланыс қашықтығының формуласын келтіреміз. Ол бос кеңістіктегі жоғалтулар есептеуін инженерлік формуладан алынады:

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D) \ , \qquad (3.15)$$

мұндағы, FSL (free space loss) - бос кеңістіктегі жоғалтулар(дБ);

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

D – екі нүктенің арақашықтығы(км).

FSL жүйені күшейту соммасымен есептеледі. Келесі формуламен есептеледі:

$$Y_{äÁ} = P_{t,äÁ} + G_{t,äÁ} + G_{r,äÁ} - P_{\min,äÁ} - L_{t,äÁ} - L_{r,äÁ} \ , \qquad (3.16)$$

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

$G_{t,дБ}$ – таратқыш антеннаның күшейту коэффициенті;

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

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

$L_{t,дБ}$ –коаксиалды кабельдегі және таратушы даңғылының тетігіндегі сигналдың жоғалуы;

$L_{r,дБ}$ – коаксиалды кабельдегі және қабылдаушы даңғылының тетігіндегі сигналдың жоғалуы.

3.4 к е с т е – Xbee , XBee PRO модульдерінің техникалық сипаттамалары

Параметрлер	XBee	XBee Pro
Мекендегі әрекет радиусы, м	30-100	100-1000
Бос кеңістіктегі әрекет радиусы, м	100	>1000
Шығыс қуаты, мВт	1	100
Тасымалдау жылдамдығы, кбит/сек	250	
Қабылдағыштың сезімділігі, дБм	-92	-100
Қабылдау режимінде тұтынатын ток, мА	45	270
Жиілік диапазоны, ГГц	2,4	
Жұмыс істеу температурасы, ^{o}C	-40ºC …+85 ºC	
Каналдар саны	16	13

FSL мына формуламен есептеледі:

$$FSL = Y_{дБ} + SOM \ , \qquad (3.17)$$

мұндағы, SOM(System Operating margin) – радио байланыс энергетикасын-дағы қор (дБ).

Байланыс қашықтығына жағымсыз ықпал жасайтын мүмкін факторлар-ды:

- қабылдағыш сезімділігінің және таратқыштың шығыс қуатның температуралық дрейфі;
- алуан атмосфералық құбылыстар:тұман, қар, жаңбыр;
- антенна-фидерлік трактісі бар қабылдағыштың, таратқыштың және антеннаның келіспеуін ескеру керек.

SOM параметрі әдетте 10 дБ деп алынады. Инженерлік есептерге 10 дБ-дік күшейту бойынша қор жеткілікті. Орталық жиілік 3.5-кестеден алынады.

3.5 к е с т е – Орталық жиілікті анықтау

Канал	Орталық жиілік (МГц)
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437
7	2442
8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467
13	2472
14	2484

3.6-кестеден бөгеуілдерден өкен кездегі сигналдың жоғалуларын анықтаймыз. Мысалы: терезе, кереге, есік және тағы сол сияқты.

3.6 к е с т е – Ортаға байланысты сигналдың таралу кезіндегі өшулер

Атаулар	Өлшем бірлігі	Мәні
Кірпіш керегеде орналасқан терезе	дБ	2
Металл рамада әйнек	дБ	6
Кереге	дБ	6
Бетон керегеде орналасқан ағаш есік	дБ	7
Кірпіш керегеде орналасқан ағаш есік	дБ	12.4
Әйнектік талшық	дБ	0.5-1
Әйнек	дБ	3-20
Тұман мен жаңбыр	дБ/км	0.02-0.05
Ағаштар	дБ/м	0.35
Кабельдік жиын pigtale	дБ	0.5
Жолақтық фильтр NCS F24xxx	дБ	1.5
Коаксиальді кабель	дБ/м	0.3

N-type тетігі	дБ	0.75
Қоректену инжекторы	дБ	0.5

Алдындағы формулаларды қысқарта отырып байланыс қашықтығын аламыз:

$$D = 10^{\left(\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - \lg F\right)}, \qquad (3.18)$$

Шешілуі:

XBee PRO модцлін қолданамыз.

FSL параметрін анықтаймыз:

$$G_{t,дБ} = G_{r,дБ} = 0.$$

SOM=10 тең болған кезде (3.14) формуладан бос кеңістікте жоғалу мынаған тең:

$$FSL = Y_{дБ} + SOM - 88дБ.$$

Ақырында (3.18) формуладан байланыс қашықтығын аламыз:

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

4 Линияның жоғалуларын есептеу

Бос кеңістіктегі әлсіретуді есептеу үшін ондық логорифмді қолданамыз. Одан кейін оны қайтіп онға көбейтеміз. Ол децибелмен есептеледі.

$$P_L = 10\lg\frac{P_{t,дБ}}{P_{r,дБ}} = -10\lg\frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2}. \qquad (4.1)$$

4.1 к е с т е – Ашық ғимараттағы әлсіреудің мәні

ZigBee желісінің таратқышы қабылдағышының арақашықтығы, (м)	ашық_ғимараттағы_әлсіреудің_мәні , дБ
5	16,51
10	28,55
15	35,60
20	40,60
25	44,47
30	47,64
35	50,317
40	52,637
45	54,683
50	56,53

Кестеден көріп тұрғанымыз арақашықтық ұлғайған сайын сигналдың әлсіреуі ұлғаяды, таратқыш және қабылдағыш құрылғылардың арақашықтығы 50 метр болғанда әлсіреу мәні 56 дБ ге дейін жетеді.

Даңғыл жолдағы жоғалтудың таратудың лограрифмдік - нормалы үлгісі:

$$P_L(d) = 20\lg f_{МГц} + 20\lg d - 28 \ , \qquad (4.2)$$

$P_{tдБ}$=100 мВт (20 дБмВт), $G_{tдБ}$=1, $G_{rдБ}$=1 , λ=0,125 м, d=5-100 м, осы параметрлер бойынша (4.2) формула бойынша қабылдаушы антеннаға келіп түсетін сигналдың қуатын есептейміз:

$$Вт=4{,}3\cdot 10^{-9}\ мВт\ ,$$

$$P_{r,дБ} = 10\lg\left(4{,}3\cdot 10^{-5}\ мВт\right) = -43{,}665\ дБмВт\ .$$

Бөгеуілдерден пайда болған әлсіздікті ескере отырып даңғыл жолдағы жоғалтудың таратудың лорарифмдік - нормалы үлгісі:

$$P_L(d) = \overline{P_L}(d_0) + 10n\lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma \ , \qquad (4.3)$$

мұндағы, $P_L(d_0)$ эталондық қашықтықтағы өшу;

X_σ- нөлдік гаусстік кездейсоқ мөлшер, стандартық ауытқуы бар, ол децибелмен өлшенеді, интернет сайтан алынған;

d_0- қабылдаушы мен таратушы модуль арасындағы қашықтық (бос кеңістікте 1200м);

d - қабылдаушы мен таратушы модуль арасындағы этолондық қашықтық (100м мекеме ішінде);

n - даңғыл жолдағы жоғалту деңгейінің көрсеткіші (коттедждік үй үшін орташа мәні n=3 тең, 7дБ ауытқуымен);

Жоғарыдағы формулаларды былай жазуға болады:

$$\overline{P_L}(d_0) = 20\lg(f_{МГц}) + 10n\lg(d) - 28 + X_\sigma \qquad (4.4)$$

мұндағы, f - модульдің жиілігі – 2400 МГц;

d – модульдер арасындағықашықтық мекеме ішінде 100 метрге дейін рұқсат етіледі;

X- мәнін 3.2-кестеден аламыз.

Берілген мәндерді (3.12)-формуласына қойып анықтаймыз:

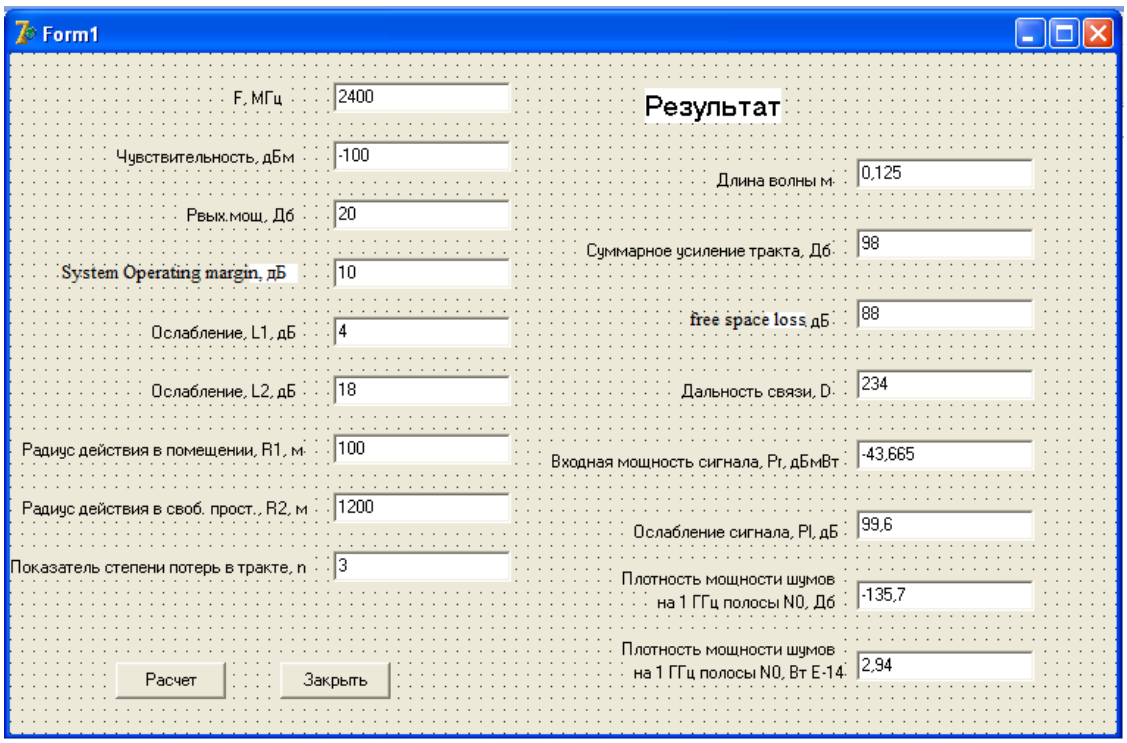
$$\overline{P_L}(d_0) = 20\lg(2400) + 10(3)\lg(100) - 28 + X_\sigma = 99{,}6\partial Б$$

Менің дипломдық жұмысымда мекеме қарастырылғандықтан, мен тарату есептеулерін және сигналдың әр қабаттан өткен кезде пайда болатын әлсіздікті керек қылмаймын. Биік мекемелерде бөгеуілдерді ескере отырып сигналдың әлсіреуін мына формуламен есептеуге болады:

$$\overline{P_L}(d_0) = 20\lg(f_{ÌÃö}) + 10n_{SF}\lg(d) - 28 + FAF \ , \qquad (4.5)$$

мұндағы, n_{SF} - бірдей көлемдегі бөгеуілдер үшін жоғалудың экспонент мөлшері (қабаттар);

FAF - (Floor Attenuation factor) қабаттар түріндегі берілген бөгеуілдердің өшу коэффициенті;



4.1 сурет – Delphi 7 программалау тілінде жасалған бейне

5 «Көлеңкелену» моделі

Бос кеңістік және екісәулелі модельдер қысқа байланыс желісі үшін сигналдың таралуын және деңгейін суреттеуге ыңғайлы. Бірақта қзақ қашықтықта жіберіліп жатқан сигнал әр түрлі эффекттерге душар болуы мүмкін, олар: қатқылдау, көпсәулелі таралу, басындағы екі модель бұл эффекттерді назарына алмайды, сондықтан осындай сәттерде «Көлеңкелену» моделін қолданға жөн.

Айтылып отырған модельде деректерді жіберу кезіндегі қоршаған ортаның факторы ескеріледі. Қиын көріну зонасында орналасуы, көп мөлшердегі бөгеттер радиосигналдың көпсәулелі таралуы мәселесін тудырады

Ғимарат ішіндегі ZigBee жүйесінің байланыс арнасын сипаттай отырып, қиын көріну зонасында радиосигналдың таралуына тән екі аспектті ескерген жөн:

а) ZigBee желісінің қамту зонасының өлшемі, ашық мекендегі таралу жағдайына қарағанда әлдеқайда аз;

б) Айтылып отырған зонадағы радиотолқынның таралу жағдайлары көпобразды.

Радиотолқындардың ғимарат ішінде таралуы негізінен келесі параметрлермен анықталады:

- ғимаратты жобалаумен;
- құрылыс материалдарымен;
- ғимарат типімен.

Сигнал деңгейі антеннаның орналасу орны мен бөлмедегі есіктердің ашық немесе жабықтығына байланысты. Ғимарат ішінде көбінесе неше түрлі заттар, қабырғалардың көп болуы радиосигналдың таралу мүмкіндіктеріне әсер етеді.

Ғимарат ішіндегі қабырғаларды және қоршауларды екі типке бөледі:

а) «қатты» қабырғалар ғимарат конструкциясының негізгі бөлігі;

б) «жұмсақ» қабырғалар – орын ауыстыра алатын қоршаулар.

«Көлеңкелену» моделі екі бөліктен тұрады, біріншісі жіберу трактісіндегі шығын моделі, бұл модель қабылданатын қуаттың эталондық қашықтықтағы қуатпен салыстырғандағы орташа мәнін болжайды.

$$\left[\frac{\overline{P_r(d)}}{P_r(d_0)}\right]_{дБ} = -10\beta \cdot \log\left(\frac{d}{d_0}\right), \qquad (5.1)$$

мұндағы p - тәжірибе жүзінде анықталған тракттегі шығын тұрақтысы.

Шығын тұрақтысының мәні *p* сыртқы ортаға тәулді, қиын көрінетін зоналар үшін максимал мәні бар және де 4 пен 6 ның арасында алынады. Ең аз мәні 2 бөгет жоқ зонаға арналған.

5.1 к е с т е – шығын тұрақтысының мәні *p*

Сыртқы орта		*p* (шығын тұрақтысы)
Ашық мекен	Бөгетсіз	2
	Қалалық, көптеген бөгеттермен	2,7-5
Жабық ғимарат	Тіке көрініс	1,6-1,8
	Қиындатылған	4-6

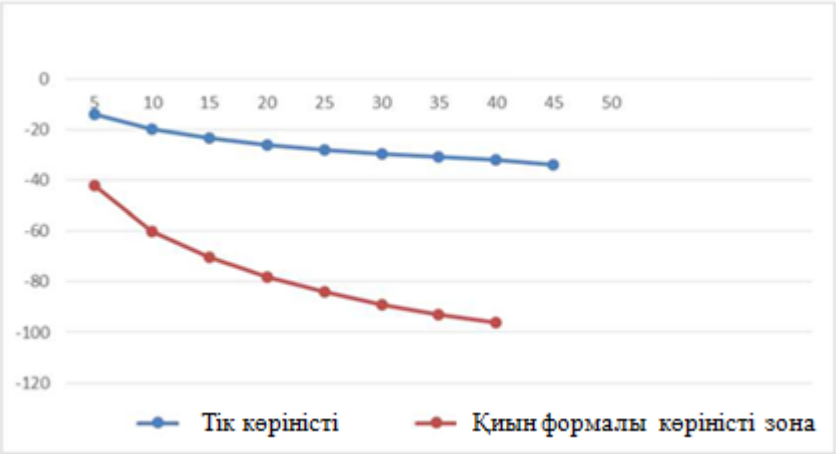
Қиын жіберілетін жабық ғимараттағы қабылданатын қуатын есептейміз,бұл кезде шығын тұрақтысы *p* 4 пен 6 ның арасында.

Қабылданатын қуаттың эталондық қашықтықтағы қуатқа қатынасы есептелген мәндерінен берілген көрсеткіштің қашықтыққа тәуелділігі графигі тұрғызылды (5.1 сурет).

5.2 к е с т е – Есептеудің нәтижелері

ZigBee желісінің таратқышымен қабылдағышының арақашықтығы, (м)	*Pr (d)* L *Pr* (d o) – мәні *дБ*, дБ (жабық ғимаратта қиындатылған жіберу)	*Pr (d)* L *Pr* (d o) - мәні дБ, (тік көрініс зоналы жабық ғимарат)
5	-41,94	-13,98
10	-60	-20
15	-70,57	-23,52
20	-78,06	-26,02
25	-83,88	-27,96
30	-88,63	-29,54
35	-92,64	-30,88
40	-96	-32,04
45	-99	-33,98

5.1 суреттегі графиктен көріп тұрғанымыздай қиын көрінетін зона үшінқабылданатын қуаттың эталондық қашықтықтағы қуатқа қатынасының мәні тіке көрініс зона мәніне қарағанда маңыздырақ. 40 метр арақашықтықтағы қиын көріну зонасы үшін бұл мән шамамен -90 дБм, ал тіке көрініс зона үшін шамамен -30 дБм.



5.1 сурет – Қабылданатын қуаттың эталондық қашықтықтағы қуатқа қатынасы

«Көлеңкелену» моделінің екінші бөлігі анықталған бір қашықтықтағысигналдың қабылданатын қуатын көрсетеді, бұл кезде Гаусстың кездейсоқ логарифмдік шашырату мәні ескеріледі. Бұл модель келесі формуламен көрсетіледі:

$$\left[\frac{\overline{P_r(d)}}{P_r(d_0)}\right]_{дБ} = -10\beta \cdot \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_{дБ} \ . \qquad (5.2)$$

Беріліп отырған модельде сигналдың өшуінің таралу зонасына және материалдың негізгі типіне тәуелділігі ескеріледі (5.3 кесте).

5.3 к е с т е – Девиацияның стандарт мәні

Сырқы орта	σ (дБ)
Офис, қатты қабырға	7
Офис, жұмсақ қабырға	9,6
Зауыт, тіке көріну сызығы	От 3 до 6
Зауыт, қиын көрінетін зона	
Ашық алаң	4-12

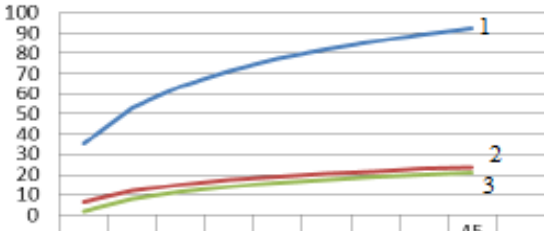
Қондырғының орналасқан үш зонасына девиацияның стандартты мәні бар:

а) қиын көріністі зона;
б) тіке көріністі жабық ғимарат;
в) бөгет жоқ ашық мекен.

5.4 кесте – «Көлеңкелену» моделі бойынша есептеу нәтижелері

ZigBee желісінің тарат қышымен қа былдағы шының арақашықтығы 1 метрден (м)	Мәні	$P_r(d)/P_r(d_0)$ (дБ)	
	Зауыт,қиын көрінетін зона	Жабық ғимарат, тіке көрініс	Бөгетсіз ашық мекен
5	-35,13	-6,58	-1,979
10	-53,2	-12	-8
15	-63,76	-15,17	-11,52
20	-71,26	-17,41	-14,021
25	-77,07	-19,16	-15,96
30	-81,82	-20,59	-17,54
35	-85,84	-21,79	-18,88
40	-89,32	-22,83	-20,041
45	-92,4	-23,76	-21,064

5.2 суреттегі графиктен көріп тұрғанымыздай қиын көрінетін зона үшін қабылданатын қуаттың эталондық қуатқа қатынасының мәні қабылдағыш пен таратқыштың арасындағы арақашықтық ұлғайған сайын бірден өседі, 45 метр қашықтықта -92,4 дБм мәнге жетеді.



		5	10	15	20	25	30	35	40	45 м
1	Қиын көрінетін зона	35,13	53,2	63,76	71,26	77,07	81,82	85,84	89,32	92,4
2	Тік керіністі зона	6,58	12	15,17	17,41	19,16	20,58	21,79	22,83	23,76
3	Бөгетсіз ашық мекен	1,979	8	11,52	14,02	15,96	17,54	18,88	20,04	21,06

5.2 сурет – Қабылданатын қуаттың эталондық қуатқа қатынасының мәні

45 метр қашықтықтағы бөгетсіз тіке керіністі зона үшін қуат қатынасының мәні 23 және 24 дБм болады.

6 Өміртірішілік қауіпсіздігі

6.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторларға анализ жасау

Бітіру жұмысында ZigBee тохнологиясын қолдана отырып өртке қарсы тұру жүйесі қарастырылған. Берілген тапсырманы орындау үшін қызмет көрсетуге және жобаланған желіні эквплуатациялауға арналған аппараттық-программалық комплекс, құрылғылар қолданылады.

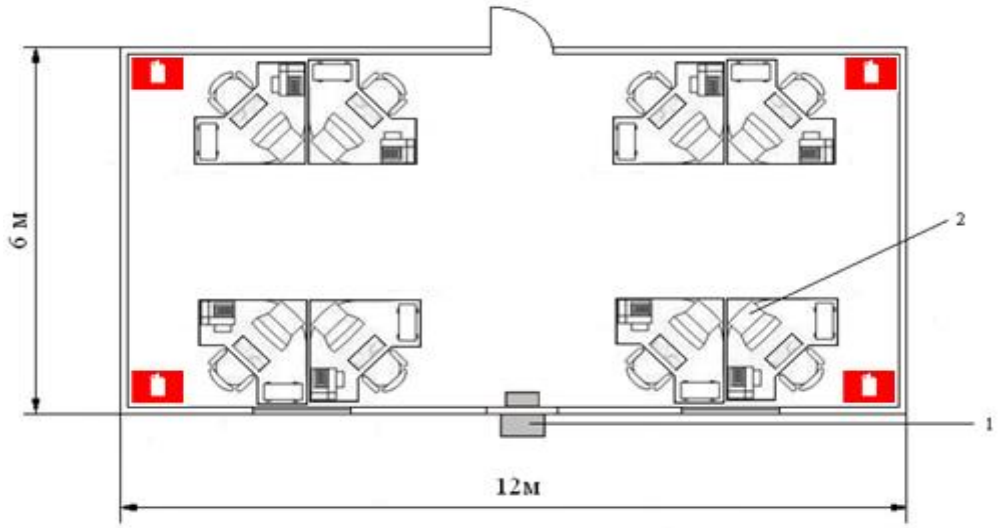
Өндірістік ортадағы факторлар фукционалды жағдайға жане адамның жұмыс істеу қабілетіне зиян келтіреді. Өндірістік факторлар қауіпті және зиянды болады.

Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар табиғи бойынша келесі топтарға бөлінеді:

- физикалық
- химиялық;
- биологиялық;
- психофизикалық.

Бірінші үш топ өндірістік техникаға және жұмыс ортасына әсер етеді. Психофизиологиялық фактор ауыртпалықтың әсерінен және жұмыс кезінде адам жағдайының өзгеруін сипаттайды. Бұл фактор адам денсаулығына зиян келтіріп, ауруға шалдығады.

Бұл дипломдық жұмыста тіктөртбұрышты формада салынған офис қарастырылады. Оның көлемдері: ұзындығы 12 метр, ені 6 метр, биіктігі 3 метр. Берілген бөлмеде ZigBee құрылғысы, 8 компьютер(оргтехника), яғни 8 жұмыс орны орналақан.



6.1 сурет – Үй асты қабатындағы бөлмеде құрылғылардың орналасуы.

6.1.1 Жасанды жарықтандыруды есептеу.

Үй асты қабатын жасанды жарықтандыру шарттары көздік жұмыс қабілеттілігіне, адамдардың физикалық және моральдік жағдайына, демек, еңбек өнімділігіне, өнімнің сапасына және өндірістік жарақаттануға үлкен әсерін тигізеді.

Жарықтандыру құралдарын орналастыру кезінде келесі негізгі шарттарды ескеру қажет: анағұрлым үнемді тәсілмен нормаланған жарықтандыруды жасау, жарықтандыру сапасына қойылған талаптарды орындау, қызмет көрсетуге қауіпсіз және қолалы түрде қол жеткізу, топтық желі монтажының аз тартылуы мен ыңғайлылығы, бекітудің сенімділігі.

Үй қожайынының жұмыс орындарының бөлмесін жасанды жарықтандыру үшін люминесцентті шамдарды қолданамыз, олардың жарық бергіштігі жоғары (75 им/Вт-қа дейін және одан жоғары), жарамдылық мерзімінің ұзақ (10 000 сағатқа дейін), шағылысу бетінің жарықтығы аз және жақсы жарық беруді қамтамасыз ететін сәулелендіргіш жарықтың табиғиға жақын спектральді құрамы.

Қолдануға ең ыңғайлы шамдар люминесцентті ЛБ (ақ түсті) және ЛТБ (жылы ақ түсті) қуаты 20,40 немесе 80 Вт шамдар.

Дисплей экрандарының тікелей жарық ағындарымен жарықтанып кету мүмкіндігін жою үшін жалпы жарықтандыру шамшырақтарын жұмыс орнының бір жақ жанына, оператордың көру сызығына және терезелер мен қабырғаға параллель орналастырамыз. Шамшырақтарды бұлай орналастыру табиғи жарықтану шамасына тәуелді оларды қосып-өшіруге мүмкіндік береді және шамшырақтарды көлденең қойғандағы жарық пен көлеңкенің кезектесуінен көзді тітіркендірмейді.

Үй асты қабатының бөлмесін жарықтандыру үшін екі ЛТБ-40 люминесцентті шамдары бар УСП-35 типті шамшырақтар қарастырылған. Бөлменің төбесі мен қабырғалары жаңадан ақталған және жұмыс орнының көлеңкеленуі жоқ болғандықтан, жарық ағынының шағылысу коэффициенті:

– төбеден $\rho_{ТОБЕ} = 70\%$;

– қабырғалардан $\rho_{КАБ} = 50\%$;

– еденнен $\rho_{ЕД} = 30\%$.

Қожайынның жұмыс орыны үшін жұмыс бетінің деңгейі еденнен 0,8 м-ді құрайды. Сонда жұмыс бетінің үстіне шамдарды ілудің биіктігі:

$$h = H - (h_{РТ} - h_{СЛ}), \qquad (6.1)$$

$$h = 3 - (0{,}8 - 0) = 2{,}2(м).$$

УПС-35 шамшырақтарының қатынасы $\lambda = \frac{L}{h} = 1{,}4$, осыдан шамдар қатарларының арасындағы қашықтық (1,2÷1,4):

$$L_a = \lambda \cdot h, \tag{6.2}$$

$$L_a = 1{,}4 \cdot 2{,}2 = 3{,}1(м).$$

Шамдарды бөлме ұзындығының бойымен орналастырамыз. Қабырға мен шамдардың шеткі қатарларының арасындағы аралықты мынаған тең деп аламыз:

$$Z=(0{,}3–0{,}5)\times L\ . \tag{6.3}$$

Бөлме ені B=6 м болғандықтан, шамдар қатарының саны:

$$n = \frac{B}{L_a}\ , \tag{6.4}$$

$$n = \frac{6}{3{,}1} = 2.$$

Дисплеймен және ЭЕМ-мен жұмыс істейтін қызметкерлер үшін жарықтанудың бекітілген нормасы E_H=400 лк.

$e_{тобе}$, $e_{каб}$, $e_{еден}$ және бөлме индексін ескере отырып:

$$I = \frac{A \cdot B}{n(A+B)}, \tag{6.5}$$

$$I = \frac{12 \cdot 6}{2 \cdot (12+6)} = 2м.$$

ЛТБ-40 шамының номиналды жарық ағыны $\Phi_л = 2340 лм$ болса, онда шамшырақтан сәулеленетін жарық ағыны:

$$\Phi_{СВ}=2*2340=4680 \text{ лм.}$$

Бір қатардағы қажетті шамшырақтар санын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$N = \frac{E \cdot K_З \times S \times Z}{n \times \Phi_Л \times \eta_1}, \qquad (6.6)$$

мұндағы, $К_З$ - іске асыру кезіндегі жарық көздерінің шаңдануы мен жарамсыз болуын ескеретін қор коэффициенті, 1,5-ке тең;

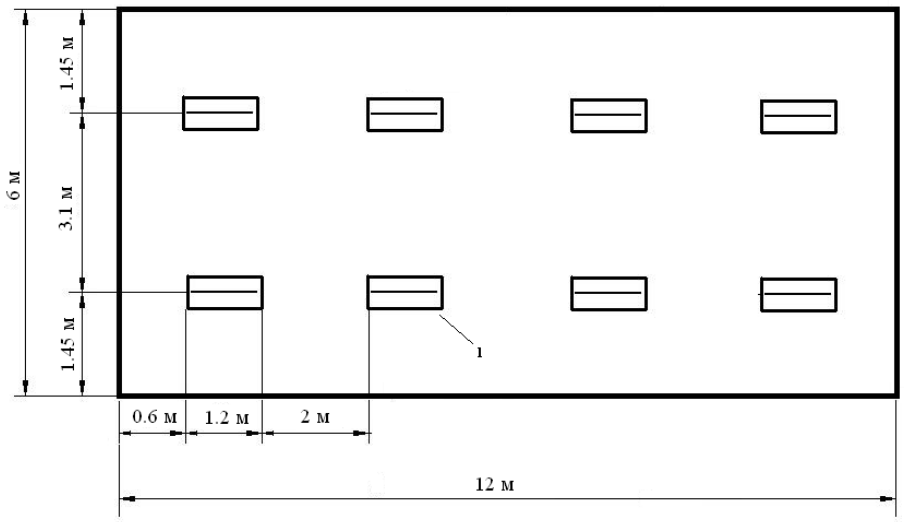
Z - жарықтың біркелкі болмауының коэффициенті – 1,4.

$$N = \frac{200 \cdot 1{,}5 \cdot 72 \cdot 1{,}4}{2 \cdot 2340 \cdot 0{,}8} = 8 дана$$

ЛТБ-40 шамдары бар УСП-35 типті бір шамшырақтың ұзындығы $\mathring{a}_{ÑÂ} = 1{,}2 ì$ болғанда, олардың жалпы ұзындығы:

$$N \times e_{СВ} = 1{,}2 \times 4 = 4{,}8 \text{ м.}$$

200 лк нормалы жарықтандыруды жасау үшін қуаты 40 Вт болатын ЛТБ люминесцентті лампалы УСП-35 типті 8 шам қажет. 5.4-суретте бөлмедегі шамдардың орналасуы көрсетілген.



6.2 сурет – Офисте жасанды жарықтандыру шамдарының орналасу жоспары
1 – шамшырақ

6.1.2 Кондиционерлеу жүйесін есептеу.

Кондиционерлеу жұмыс орнындағы микроклиматтың тиімді параметрлерін сақтауды қамтамасыз етеді және ол сонымен бірге, 11-33-75 СҚмШ қалыптарының «Жылыту, ауаны желдету және кондиционерлеу» тарауымен сәйкесті орындалады.

Жұмыс орнында жылдың жылы мерзіміндегі жабдық үшін бөлінетін нақты жылудың санын, жылубөлудің келесі көздерін яғни олар: операторлардың, күн радиациясының, жасанды жарықтандырудың, коммутация жабдықтарының бөлу құбылыстарын ескерумен анықталады.

Нақты жылудың ауаалмасуын анықтаймыз:

$$G_Я = \frac{Q_Я}{c \cdot (t_{УХ} - t_{ПР})} \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (6.7)$$

мұндағы, $Q_Я$ – нақты жылудың бөлінуі, Вт;

с – жалпыалмасу вентиляциясымен жойылатын және жұмыс орнына берілетін құрғақ ауаның жылусыйымдылығы, $t_{УХ}$=20 ºС, $t_{ПР}$=15 ºС.

Нақты бөлінетін жылу:

$$Q_я = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - Q_5 \ , \qquad (6.8)$$

мұндағы, Q_1 – аппаратурадан болатын жылубөлінуі;

Q_2 – жарықтандыру көздерінен болатын жылубөлінуі;

Q_3 – адамдардан болатын жылубөліну;

Q_4 – терезе арқылы күн радиациясынан болатын жылудың келіп түсуі;

Q_5 – жұмыс орнының ішіндегі жылудың жұтылуы.

Аппаратурадан болатын жылубөлінуі:

$$Q_1 = \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3 \times \psi_4 \times N_{\text{îì}} = 0{,}25 \times 1800 = 450 \text{ Вт}, \qquad (6.9)$$

мұндағы, ψ_1 – орнату қуатын пайдалану коэффициенті;

ψ_2 – жүктеу коэффициенті;

ψ_3 – аппаратураның бірмезгілдегі жұмысының коэффициенті;

ψ_4 – жылулық энергияға өту кезіндегі жұмыс орнының ауасының жылуының ассимиляция коэффициенті;

$N_{ном}$ – барлық аппаратураның номиналды қуаты.

Есептеулерде барлық төрт коэффициенттің қосындысын 0,25-ке тең деп аламыз.

Жарықтандыру көздерінен болатын жылубөліну:

$$Q_2 = \varphi \times N_{\text{îñâ}} = 0{,}8 \times (8 \times 40) = 256 \text{ Вт}, \qquad (6.10)$$

мұндағы, φ – жылуға айналушы энергияның санын ескеруші коэффициент, φ = 0,8;

$N_{жар}$ – цехтың жарықтандыру қондырғысының қуаты (әрқайсысы 40 Вт болатын 2 шамшырақ).

Адамдардан болатын жылубөліну:

$$Q_3 = n \times q = 8 \times 100 = 800 \text{ Вт}, \qquad (6.11)$$

мұндағы, n – жұмыс істеушілердің саны;

q – бір адамның жылушығыны, 80-116 Вт мәніне тең.

Терезе арқылы күн сәлесінен болатын жылудың келіп түсуі:

$$Q_4 = F_{\text{îñò}} \times q \times m \times k = 3{,}75 \times 2 \times 1.25 \times 224 = 2100 \text{ Вт}, \qquad (6.12)$$

мұндағы, $F_{ост}$ – терезенің ауданы, м^2;

m – терезелер саны;

k – түзеткішті көбейткіш, металдық түптеу үшін k=1,25;

q – терезенің 1 м^2 арасындағы жылудың келіп түсуі, q = 224 Вт/м^2.

Жұмыс орнының ішіндегі жылудың жұтылуы:

$$Q_5 = V_{ï} \cdot k = 72 \times 1{,}05 = 75.6 \text{ Вт}, \qquad (6.13)$$

мұндағы, V- жұмыс орнының көлемі;

к - түзеткішті көбейткіш, жабынды үшін к = 1,05.

(6.8)-формула бойынша нақты бөлінуші жылуды анықтаймыз:

$$Q_{ÿ} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - Q_5 = 450 + 256 + 800 + 2100 - 75{,}6 = 3530 \text{ Вт}$$

Нақты жылудың ауаалмасуын анықтаймыз:

$$G_Я = \frac{912{,}5}{1 \cdot (20 - 15)} = 182.5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Уақыттың жылы мерзіміндегі қалыпты (орташа) температура $T_{нор}$ = 28°С құрайды, бұл бөлмедегі температурадан, яғни 24°С мәннен көп, және жылудың шығыны жоқ, ал жұмыс орнында жылдың суық мерзімінде бөлінетін жылудың келіп түсуі бар, ол жылудың келесі көздерін: яғни, персоналдың, жабдықтың, жасанды жарықтандырудың, орталық жылыту батареяларын ескерумен мүмкін болады.

Барлығы бөлмеде 1 батарея бар, олардың әрқайсысын тік және жатық мөржалардың жиынтығы түрінде елестетуге болады. Қыздырылған денелерден болатын жылулық ағын (4.8)-формула бойынша анықтауға болады:

$$Q_{тел} = (л + к) * (T_п - T_в) * Fn, \qquad (6.14)$$

мұндағы, $F_п$ – дененің ауданы;

$T_п$ – дененің үстінің температурасы;

$T_в$ – айналадағы ауаның температурасы;

л, к – сәулелену және конвенция коэффициенттері (Вт/м·с) [10], *л* мәнін анықтаймыз:

$$л = C_{пр} \cdot [((273 + T_п)/100) + ((273 + T_в)/100)]/(T_п - T_в), \qquad (6.15)$$

мұндағы, $C_{пр}$ – жұмыс орнындағы денелердің сәулеленуінің келтірілген коэффициенті, ол 4,9 Вт/см·к, [10] мәніне тең деп қабылданады.

л мәнін табамыз:

$$л = 4{,}9 \cdot 10^{-2} \cdot [(273+60)/100) + (273+22)/100)]/(60-22) = 1 \text{ Вт/м·к},$$

к мәнін (6.16)-формула бойынша анықтаймыз:

$$к = A\cdot(T_п - T_в), \qquad (6.16)$$

мұндағы, *А* – келесі мәндерді қабылдаушы коэффициент [10]:

-жатық мұржалар үшін 0,17,

-тік мұржалар үшін 0,21.

к мәнін табамыз:

$$к_{гор} = 0{,}17\cdot (60 - 22) = 6{,}46 \text{ Вт/м·с},$$

$$к_{вер} = 0{,}21\cdot (60 - 22) = 7{,}98 \text{ Вт/м·с}.$$

Бір батарея 4 жатық мұржадан тұрады, олардың ұзындығы 930 мм және диаметрі 80 мм және 29 тік мұржалардан тұрады, ұзындықтары 540 мм және диаметрі 60 мм болады. Енді, (4.11)-формула бойынша, бір батареядан болатын жылулық ағынды есептейміз:

$$Q_{бат}=4\cdot(л+к_{гор})\cdot(T_п-T_в)\cdot n\cdot Д_{гор}\cdot L_{гор}+29\cdot(л+к_{вер})\cdot(T_п-T_в)\cdot n\cdot Д_{вер}\cdot L_{вер}, \qquad (6.17)$$

$$Q_{бат}=4\cdot(2+6{,}46)\cdot(60-22)\cdot 2\cdot 0{,}8\cdot 0{,}93+29\cdot(2+7{,}98)\cdot(60-22)\cdot 2\cdot 0{,}06\cdot 0{,}54=904 \text{ Вт}.$$

(4.12)-формула бойынша келіп түсуші жылулықтың қосындылық санын анықтаймыз:

$$Q_{сум}=Q_{бат}+Q_{обор}+Q_{чел}+Q_{ос}, \qquad (6.18)$$

$$Q_{сум} = 904 + 500 + 64 + 100 = 1478 \text{ Вт}.$$

Жылдың суық және жылы мезгілдері үшін қабырғалар және ғимараттың терезелері арқылы өтетін шығындарды қабылдаймыз. Жылдың суық уақыты үшін: $T_{нар}$=-15 °С [10], $Q_{пот.}$=727 Вт. Жылдың жылы уақыты үшін: $T_{нар}$=28 °С, $Q_{пот.}$=182 (Вт).

Суық мезгілдегі жылу артықшылығы үшін:

$$Q_{изб.т} = 1478-727 = 751 \text{ Вт}.$$

Жылы мезгілдегі жылу артықшылығы үшін:

$$Q_{изб.т} = 1478+182 = 1660 \text{ Вт}.$$

Жылдың жылы және суық мезгілдері үшін қажетті ауаалмасуын (4.19)-формула бойынша анықтаймыз:

$$L=3,6\cdot Q_{изб.т}/C\cdot P\cdot(T_{вн}-T_{нар}), \qquad (6.19)$$

мұндағы, С – ауаның меншіктік жылусыйымдылығы, тұрақты қысым кезінде ол келесіге тең: 1 кДж/кг с;

Р – ауаның тығыздығы 1,2 кг/м^3

Жылы мезгіл үшін келесі ауаалмасу қажет болады:

$$L_т = 3,6\cdot 751/1200\cdot(27-22) = 45 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Суық мезгіл үшін келесі ауаалмасу қажет болады:

$$L_х = 3,6\cdot 1660/1200\cdot(22-12) = 50 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Жұмыс орнына арналған ауаалмасу мөлшері II-68-75 СҚжШ бойынша анықталады, ол бір орын үшін 30 м·куб/сағ болады, және сәйкесінше, бір жұмыстық орын мен бір тұрыс үшін келесіні құрайды:

$$L_{норм}=30\cdot 2=60 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Жұмыс орнындағы ауаалмасуға II-68-75 СҚжШ бойынша қойылатын талаптар, жылдың суық және жылы мезгілдері үшін жылудың бөлінуін қамтамасыз етуге қойылатын талаптарға қарағанда өте қатаң болады.

$L_{норм}=60>L_т=45$ м^3/час,

$L_{норм}=60>L_х=50$ м^3/час.

Сондықтан, өте қатаң талаптардың орындалуын тексереміз, яғни оны терезелік кондиционерді қолднумен жасанды желдетудң қамтамасыз ететін ауаалмасуды есептеу жолымен жетеміз және алынған нәтижелерді талап етілушімен салыстырамыз.

БК-2500 кондиционері келесілерді қамтамасыз етеді:

- ауаны салқындату;
- берілген температураны автоматты ұстап тұру;
- ауаны шаңнан тазарту;
- желдету;
- ауаның ылғалдылығының төмендеуі;
- ауалық ағынның қозғалу бағытының жылдымдығын өзгерту;
- қоршаған ортамен ауаалмасу.

Отандық кондиционерлердің параметрлерін 4.1-кестеге келтіреміз.

БК-2500 кондиционерін пайдаланамыз, ол 75 м^2 ауданды желдету мен кондиционерлеу үшін есептелінген.

Жасалған есептеудің нәтижесінде, біз II-68-75 СҚжШ бойынша қойылатын талаптарды қанағаттандыратынына, жұмыс орнындағы телекоммуникация жабдығы үшін, микроклиматтың барлық қалыпты параметрлерін қамтамасыз ететіне көзіміз жетті.

6.1 кесте – Отандық кондиционерлердің параметрлері

Кондиционер	БК – 2500
Ауданға қызмет көрсету, $м^2$	35
Суықты өндірушілігі, Вт/сағ (Ккал/сағ)	2900 (2500)
Желдеткіштің айналудың жоғарғы жиілігі кезіндегі ауа бойынша өндірушілігі, $м^3$/сағ.	630
Кондиционер	БК – 2500
Желдеткіштің айналудың төменгі жиілігі кезіндегі ауа бойынша өндірушілігі, $м^3$/сағ.	500
Тұтыну қуаты, Вт	1450

6.2 Қоршаған ортаны қорғау

6.2.1 Қалдықсыз өндірістік технологиялар.

Қалдықсыз өндіріс өндіріске еңгізілген табиғи ресурстарды неғұрлым тиімді және үнемді пайдалану үшін шешімдер кабылдау үшін кажет. Территориялық-өндірістік комплекстер ішіндегі энергия мен заттар ағынына талдау нәтижесі, әрбір келесі кезеңде алынатын өнімнің массасы, алдыңғы кезеңдегі өнімнің массасынан түрлі қатты, газ, сұйық күйдегі қалатын калдық мөлшеріне аз болатынын көрсетті. Ал бұл қалдықтардың өзін де белгілі мақсатта пайдалануға болады. Өндірісті интенсивтендіруге байланысты қалдықтар мен қосымша өнімдерді өндірісте қайтадан пайдалануға мүмкіндік беретін жаңа экологиялық таза технологиялар пайда болды. Қалдықтардың түзілуін азайта отырып, өндірістің рентабельдігін, ресурстарды пайдалану коэффициентін көтеруге және соның нәтижесінде табиғатты корғау іс-шараларына жұмсалатын шығынды азайтуға болады.

Қалдықсыз өнім өндірісінің мәні - жұмсалатын ресурстарды толык пайдалану арқылы биосфераның ластануына жол бермеу. Практика жүзінде қалдықсыз өнім өндіруді жүзеге асыру өте қиын. Қалдықсыз өнім өндіруге технологиялык процестер мен құрал-жабдықтардың тиімділігін арттыру, рекуперацияны пайдалану, қоланылып келе жатқан технологиялык процестерді анағұрлым экологиялық жағынан таза процестермен алмастыру, т.б. арқылы жетуге болады.

Қалдықсыз өнім өндірісін енгізуден біз не күте аламыз? Практика көрсеткендей, олар: биосфераға келетін шығынды төмендету, шикізат пен энергетикалык ресурстарды үнемдеу, шикізат базасын кеңейту, қалдықтарға жұмсалатын шығынды азайту, т.с.с.

Қалдықсыз өнім шығару технологиясының ең жақсы мысалы - хромдау гальваникалық цехының қазіргі заманғы технологиясы. Бұл технология бойынша, шайылатын судағы ауыр металл иондары тазартқыш қондырғыға сіңіріліп, хромдау ваннасына қайтып келеді, ал тазартылған технологиялық су хромдалған детальдарды жууға қайтадан қолданылады. Бұндай мысалдарды көптеп кездестіруге болады.

Көптеген мемлекеттерде тұрмыстық қалдықтарға карағанда өндірістік калдықтардың мөлшері әлде қайда жоғары болады. Қалдықтар касиеттеріне байланысты "қауіпті", "қауіпсіз", улы, күйдіргіш, тұтанғыш, т.с.с. болып бөлінеді. Қалдықтарды шығу тегіне байланысты да жіктеуге болады, олар: тұрмыстық, өндірістік, ауылшаруашылық, медициналык, т.б. Қалдыктар жиналған аймақта 1,5 км-ге дейін территория-ның топырағы пен өсімдіктер дүниесі ластанады.

Қазіргі кезде үлкен қалаларда жылына 1 адамға шаққанда 250-300 кг-нан қатты тұрмыстық қалдықтар жиналады. (4.2 -кесте)

6.2 к е с т е – 1 млн халқы бар қаланың қатты тұрмыстық қалдықтар жиыны

Қалдық түрі	Мөлшері,(т)
ЖЭС күлі, шлактары	550,0
Қатты қалдықтар ,(жалпы канализациядағы)	420,0
Ағаш текті қалдықтар	400,0
Қатты тұрмыстық қалдықтар	350,0
Қара металлургия өнеркәсібінің қалдықтары	320,0
Тамақ өнеркәсібінің қалдықтары	130,0
Түсті металлургия өнеркәсібінің қалдықтары	120,0
Химия заводтарының ағызынды сулары құрамындағы қалдықтар	90,0

6.2-кестеде қалдық түрлері және олардың мөлшері, қазіргі таңда қалдықтың шығуының түрлері көп, мысалға кестедең көріп отырғанымыздай ЖЭС, Қара металургия, тамақ өнеркәсібінің қалдықтары сияқты т.б.

Адамзат қоғамының дамуында өнеркәсіп өндірістері мен ауылшаруашылығындағы жаңа көзқарас аз қалдықты және қалдықсыз технологияларды еңгізу болып отыр.

Қалдықсыз технология дегеніміз - БҰҰ Европа экономикалық комиссиясының Деклорациясына (1979) сәйкес адамзат қоғамының қажеттіліктерін қамтамасыз етуде табиғи ресурстарды барынша тиімді пайдалану мен қоршаған ортаны қорғау үшін білім мен ғылымның жетістіктерін, түрлі әдістер мен құралдарды практикада қолдану болып табылады. 1984ж. БҰҰ осы комиссиясы бұл түсінікке накты анықтама берді: "Қалдықсыз технология - шикізат ресурстары -өнеркәсіп орны - тұтынушы - екінші реттік ресурстар" циклында шикізат пен энергияны барынша тиімді және комплексті, қоршаған ортаға кез келген әсерлердің түрі оның қалыпты жұмыс істеуіне кері әсерін тигізбейтін жағдайда пайдалануды қамтамасыз ететін өнім өндірудің (процесс, өнеркәсіп, террито-риялық - өндірістік комплекс) әдісі болып табылады.

Қалдықсыз технология - өңделетін шикізат пен осы процесс нәтижесінде түзілетін қалдықтарды толығымен пайдалануды жүзеге асыратын өндіріс процесінің әдісі.

Қоршаған ортаның ластану деңгейін төмендету, шикізат пен энергияны үнемді пайдалану үшін материалдық ресурстарды қайта пайдалану, яғни рециркуляция үлкен роль атқарады. Мысалы, металлоломнан алюминий алу

өндірісінде бокситті балқыту үшін жұмсалатын энергия мөлшері 5%ғана, 1 т. екінші реттік шикізатты қайта балқыту кезінде 4 т боксит пен 700 кг кокс үнемделеді, оның үстіне атмосфераға бөлінетін зиянды фтор қосылыстарының мөлшері 35 кг-ға азаяды екен.

Шын мәнінде калдықсыз технология практикада болуы мүмкін емес, себебі, кез келген өндіріс орны жұмыс істеу барысында ең болмағанда жылу түрінде болса да қоршаған ортаға қалдық бөледі. Сондықтан қалдықсыз технология туралы сөз болғанда біз аз қалдықты технологияны айтамыз.
Көптеген авторлардың пікірінше, қоршаған ортаға түрлі зиянды қалдықтардың әсері мен мөлшерін азайту үшін темендегідей іс-шараларды жүзеге асыру қажет:

- қалдықсыз технологиялық жүйелердің түрлі типтері мен қалдық суларды тазартуға негізделген су айналымы циклдарын енгізу;
- өндірістік қалдықтарды екінші реттік материалдық ресурстарға өңдеу жүйелерін жасау;
- ресурстарды бірнеше қайтара пайдаланудың талаптарына сәйкес жаңа өнім түрлерін дайындау мен шығару;
- қалдық түзілетін кезеңдерін қысқартуға немесе мүлде жоюға мүмкіндік беретін жаңа өндірістік процестерді құру.

Болашақта қалдықсыз технологиялар жасауға бағытталған осы комплексті іс-шаралардың ең бастапқы кезеңі қазіргі кезде кейбір өнеркәсіп орындарында жүзеге асырылып отырған су пайдаланудың жабық, айналымды циклы деуге болады.

Бізді қоршаған табиғи ортаны қорғау саласында биотехнологияны қолдану дегеніміз - адамға пайдалы өнімдер, процестер мен құбылыстарды микроорганизмдер көмегімен алып, оларды заттар, энергия мен информацияның табиғи айналымына енгізу, сол арқылы биологиялық объектілер, микроорганизмдер, олардық қауымдастықтары, метаболиттері мен препараттарыша негізделген технологиялык процестерді жасау болып табылады.

Қоршаған ортаны қорғау саласында биотехнология әсіресе төмендегі мәселелерді шешу үшін кең түрде қолданылады:

- ағызынды сулардың катты зат фракциясын, қатты тұрмыстық қалдықтарды анаэробты ашу процесінің көмегімен өңдеу;
- табиғи және ағызынды суларды органикалық жэне минералдық қосылыстардан биологиялық жолмен тазарту;
- ластанған топырақты ағызынды сулар құрамындағы ауыр металдарды нейтралдайтын микроорганизмдер арқылы қалпына келтіру;
- өсімдік қалдықтарын компостау (биологиялық тотықтыру);
- ластанған ауаны тазартатын биологиялық активті сорбент материалдар жасап шығару.

Қорытындылай келе, қалдықсыз өнім өндірістері болашақта өнеркәсіптің биосфераға зиянды әсерін түгелдей жою, табиғи ресурстарды өндіру, қайта өңдеу және пайдалану, өнім өндіру кезіндегі келтірілетін шығындарды толығымен жою проблемаларын шешеді деп ойлаймын.

7 Техника-экономикалық бөлімі

7.1 Бітіру жұмысының мәні және сипаттамалары

Бітіру жұмысы-ғылыми-зерттеу және қолданбалы-тәжірибиелі сипатта жазылған. Бітіру жұмысында электроқондырғыларында, оның ішінде электресептегіштерінде, ZigBee сымсыз байланысын орнатуды зерттеу.

Ұсынылып отырған ақпараттық өнім кәсіпорынға диспетчерлік басқару арқылы тұтынушы шекарасына басып кірусіз, есептеу дәлдігін қамтамассыз ететін, уақытылы пайдаланған электрэнергиясы үшін төлемақыны дәл және толық төлеу және ұрланған электрэнергиясын білу және оларды жоюды қамтамассыз ететін аралық жүйелі есептегіш аспаптарды енгізуге мүмкіндік береді.

7.2 Өндірілген өнімнің бағасын есептеу

Бұл жобаны өңдеу жұмыстарына төрт адам қатысады: жоба басқарушысы, инженер-құрастырушы, өмірқауіпсіздігін қамтамассыз етудің бағасы бойынша консультант, ғылыми-зерттеу жұмысының техника-эканомикалық бағасы бойынша консультант.

ИЕБ бағасының негізгі бөлігін еңбек шығындары құрайтын болғандықтан, ИЕБ жобалау барысындағы ең қиын және жауапкешілікті бөлімі еңбек сыйымдылығын есептеу болып табылады, сонымен қатар жобалау мерзімі де әсер етеді. Ғылыми-зерттеу жұмысында еңбек сыйымдылығын есептеу барысында, ИЕБ іске асыру үшін еңбек шығындарын анықтаудың негізгі тәсілі, тура еңбек сыйымдылығын есептейтін тәсіл болып табылады.

Әр жұмыс түріне байланысты күн есебінде циклдің ұзақтығын, іріленген түрінде төменгі өрнек бойынша табамыз:

$$T_n = T/q_n \cdot 7 \cdot K, \qquad (7.1)$$

мұнда, T – этап еңбек сыйымдылығы, норма-сағат;

q_n – этаптағы орындаушылар саны;

7– жұмыс күнінің ұзақығы, 7 сағат;

К– уақыт нормасының орындалу коэффициенті, К=1,1.

Алынған t_n -деректі бір толық күнге дейін айналдырамыз, әр этаптың цикл ұзақтығын біле отырып, ғылыми-зерттеу тақырыбының ізденіс жұмысының графигін жасаймыз(кесте 5.1).

Ғылыми-зерттеу жұмысын іске асырудың ортақ еңбек сыйымдылығы 260 сағатты құрайды. Жұмыс күнінің 7 сағаттық ұзақтығында жобалау ұзақтығы

260:7 =37 календарлық күндерді құрайды. Демалыс күндерін санағанда (8 күн) 45 жұмыс күні шығады. Сонымен, жобаны жоспарлау үшін жарты ай уақыт керек.

7.1 к е с т е – Электрқондырғыларда ZigBee бағдарламасы бойынша ғылыми-зерттеу жұмысын жүргізуді жоспарлау.

Кезеңдің атауы, Жұмыс мазмұны	Орындаушы	Еңбек сыйымдылығы		Жабдықтарды пайдалану ұзақтығы,сағат	Орындаушылар саны	Саты ұзақтығы, күн
		Сағат	Жалпыеңбексыйымдылығының %			
Мамандармен кеңесу	Жетекші	90	34,6		1	12
Теориялық матеиалдарды жинау	Құрасты-рушы	60	23	60	1	8
Ақпаратты өңдеу	Құрасты-рушы	60	23	60	1	8
Бағдарламаның жазылуы	Құрасты-рушы	40	15,3	40	1	5
Жүзеге асырылатын жобадағы өмірқауіпсіздігін бағалау	Кеңес беруші	5	1,9		1	1
Ғылыми-зерттеу жұмысының техника-экономикалық бөлігін бағалау	Кеңес беруші	5	1,9		1	1
Қорытынды:		260	100	160		

7.3 Ғылыми-зерттеу жұмысының өзіндік құнын есептеу

Ғылыми-зерттеу жұмысының өзіндік құнының шығын статьяларына кіретіндер:

- Еңбек ақы қоры;
- Еңбек қорынан әлеуметтік салыққа аударма;
- аренда ақысын төлеу;
- амортизациялық аударма;
- үстеме шығыны;
- электрэнергия шығыны;
- заттар шығыны (қағаз, картридждер, кеңсе заттары т.б.).

Төмендегі формула бойынша есептеледі (5.2):

$$С=ФОТ+СН+А+Э+А_{ПОМ}+Р_К + Н_Р , \quad (7.2)$$

мұнда, ФОТ – еңбек ақы қоры,
СН –әлеуметтік қажеттіліктерге аударма,
А – негізгі тәсілдер амортизациясы,
Э – электрэнергия шығыны,
$А_{ПОМ}$ – жұмыс бөлмесін арендалау бағасы,
$Н_р$ – үстеме шығыны,
$Р_К$ – кеңсе заттар шығыны.

7.3.1 ЕАҚ есептеу.

Еңбек ақы қоры (ЕАҚ) негізгі және қосымша еңбек ақыдан тұрады:

$$ФОТ =З_{НЕГ}+З_{ҚОС} , \quad (7.3)$$

Негізгі еңбек ақы өңдеу жұмыстарына қатысқан барлық жұмысшылардың жұмысына төленетін жалақының жалпы соммасы арқылы анықталады. Жалақы деңгейі жұмысшының маманданғандығына байланысты (5.2-кесте).

7.2 к е с т е – Жұмыскерлердің еңбек ақысы

Жұмыс мазмұнының атауы	Орындаушы	Еңбекақының сомасы,тг
Теориялық матеиалдарды жинау	Инженер-құрастырушы	51000
Ақпаратты өңдеу	Инженер-құрастырушы	51000
Бағдаламаны жазу	Инженер-құрастыру шы	54000
Кеңес беру	Диплом жетекшісі	90000
Жүзеге асырылатын жобадағы өмірқауіпсіздігін бағалау	Кеңес беруші	50000
Ғылыми-зерттеу жұмысының техника-экономикалық бөлігін бағалау	Кеңес беруші	50000
Қорытынды:		346000

Сонымен, жұмысшылар санын және еңбек сыйымдылығын қоса есептегенде негізгі жалақы қоры мынаған тең :

$$З_{НЕГ} = 346000 \text{ теңге.}$$

Қосымша жалақы қоры негізгі жалақы қорының 10 %-ін құрайды:

$$З_{ҚОС} = З_{НЕГ} \cdot 10\% , \qquad (7.4)$$

$$З_{ҚОС} = 346000 \cdot 10\% = 34600 \text{ теңге.}$$

Сонымен, ЕАҚ – еңбек ақы қоры (негізгі және қосымша еңбек ақы):

ФОТ =346000+34600=380600 теңгені құрайды.

7.3.2 Еңбекақы қорынан әлеуметтік салыққа аударманы есептеу.

Төленетін жалақының 11 % әлеуметтік салыққа құрайды және мына формуламен есептеледі:

$$СН=(ФОТ-ПФ); \quad (7.5)$$

$$ПФ=0.1ФОТ;$$

$$СН=(ФОТ-0,1ФОТ)\cdot 0,11;$$

$$СН=(380600-0,1\cdot 38060)\cdot 0,11=37679,4 \text{ тенге.}$$

7.3.3 Амортизациялық аударма.

Негізгі амалдарға амортизациялық аударма мына формула бойынша есептеледі.

$$A=N_{АМ}\cdot C_{ПЕР}\cdot N/100\cdot 12\cdot n\ , \quad (7.6)$$

Мұнда, $N_{АМ}$ – амортизация нормасы;

$C_{ПЕР}$ – құрылғының бастапқы бағасы;

N- жұмысты орындауға кеткен күндердің саны, 45 күн;

n- жұмыс айындағы күндердің саны, 37 күн.

Бағдарламалық өнімді өңдеу үшін қолданылған құрылғының, егжей-тегжейі және саны 5.3-кестеде келтірілген.

Құрылғының бастапқы бағасы оның жеткізу және орнатуға байланысты, сатып алу және шығындардың бағасынан құралады [12].

$$Ц_{пк}= Ц_{р}\cdot(1+К_{ун}), \quad (7.7)$$

мұнда, $Ц_{р}$ – ДК-нарықтық бағасы

$К_{ун}$ – орнату және жөндеуді есепке алатын коэффициенттер 12% тең.

$$Ц_{пк}=85980\cdot(1+0,12)=96297,6 \text{ тенге}$$

мұнда, $N_{АМ}$ –компьютерлік техника үшін амортизация аударымының нормасы 40%-ке тең.

Сонымен, негізгі тәсілдер үшін амортизация аударымы (7.6) формулаға сәйкес мынаны құрайды:

А=40·85980·45/100·12·37=3486 теңге.

7.3 к е с т е –Бағдарламалық өнімді өңдеу үшін қажетті аспаппен қамту

Атауы	Сипаттамасы	Бағасы, теңге	Хабар көзі
Жүйелік блок	Core2Duo 1800/S775/512 Mb/160Gb/64Mb/SB/LAN/K/	40000	Серіктестік тің баға-

Монитор	M/P 17’’ BenQFP72E, 0264 mm, 8 ms	17990	парағы ARCOM Серіктестік тің баға-парағы Fire Bird LTD 25.05.10 ж.
Пернетақта	Logytech Keyboard PS/2	700	Серіктестік тің баға-парағы KonSer Systems 23.05.14 ж.
Атауы	Сипаттамасы	Бағасы, теңге	Ақпарат көзі
Тышқан	Genius NetScroll 100 Optical Mouse PS/2	600	Серіктестік тің баға-парағы LION Computers 23.05.14 ж.
5 Принтер	HP LaserJet P1005	16690	Серіктестік тің баға-парағы KonSer Systems 23.05.14 ж.
6 Модем	ZyXeL Modem Prestige 660R-EE ext. Annex B ADSL2(LAN)	10000	Серіктестік тің баға-парағы LION Computers 23.05.14 ж.
Қорытынды:		85980	

7.3.4 Коммуналдық төлемдерді қоса, аренда ақысын есептеу.

Бағдарламалық қамтамассыз етуді өңдеу барысында компьютерлер қолданатын болғандықтан, өндірістік қажеттіліктерге кететін электрэнергия шығынын да қоса есептеу қажет, ол мына формула бойынша есептеледі [12].

$$Э=W\cdot T\cdot S\cdot K_{ИМ}=\sum W\cdot S, \quad (7.8)$$

мұнда, W– электрэнергиясын тұтынатын, аспаптар үшін орнатылған қуат, кВт – 0,3 кВт;

S– электрэнергия құны киловатт-сағат (20 тг/кВт·ч);

$K_{ИМ}$ – қолданылған қуат коэффициенті (0,9-1);

T– аспаптардың жұмыс жасау уақыты, 160 сағ.

Сонымен:

$$Э=0,3\cdot 160\cdot 20\cdot 0,9=864 \text{ теңге.}$$

Сонымен қатар, жұмыс бөлмесін жалға алуға кеткен шығындарды да есепке алу қажет.

Орташа есеппен алғанда баға 1500-нан 2000 кв.м шегінде тербеледі.

Жалға алу мына формула бойынша есептеледі:

$$A_{пом}=N\cdot T, \quad (7.9)$$

мұнда N – жұмыс бөлмесінің ауданы – 17,5 $м^2$,

T – 1 кв.м жалға алу бағасы– 2000 теңге.

Сонымен:

$$A_{пом}=17,5\cdot 2000=35000 \text{ теңге.}$$

7.3.5 Заттар шығыны, қорлар бөлімі (қағаз, картридждер, кеңсе заттары т.б.).

Бағдарламалық өнімді өңдеу үшін заттар шығыны(қағаз, картридждер, кеңсе заттары т.б.) қолданылады,олардың жалпы сомасы 3625 теңгені құрайды. (5.4-кесте).

7.4 к е с т е – Заттарға кеткен шығындарды есептеу.

Атауы	Саны	Бірлікбағасы, теңге	Жалпы сомасы	Хабар көзі
Оргтехника үшін қажетті парақ SvetoCopy	Бума (500 бет)	750	750	Серіктестіктің баға-парағы Abdi23.05.14ж.

Қалам Cello Maxriter	5	65	325	Серіктестіктің баға-парағы Abdi 23.05.14 ж.
Қалың дәптер Abdi (48 бет)	5	70	350	Серік-ң б-п. Abdi23.05.14ж.
Кеңсе заттарының жиынтығы	1	2200	2200	Серік-ң б-п. Abdi23.05.14ж.
Қорытынды:			3625	

Бағдарламалық өнімді өңдеуге кеткен үстеме шығындарды ЕАҚ кеткен шығындар, әлеуметтік салық, жалға алу, электрэнергия және амортизация жалпы сомасынан 10 % көлемінде аламыз, және де мына формуламен есептейміз:

$$Н_Р=(ФОТ+СН+А+А_{пом}+Р_К+Э)\cdot 10\% \qquad (7.10)$$

мұнда, ФОТ – еңбек ақы қоры,

СН – әлеуметтік қажеттіліктерге аударма,

А – негізгі тәсілдер амортизациясы,

Э – электрэнергия шығыны,

$А_{ПОМ}$ – жұмыс бөлмесін жалға алу бағасы,

$Р_к$ – кеңсе заттар шығыны.

Сонымен:

$Н_Р$=(380600+37679,4+3486+35000+3625+864)·10%=46125,44теңге

(1.2)-формулаға сәйкес және жүргізілген есептеулерге сәйкес бағдарламалық өнімнің өзіндік құны мынаған тең:

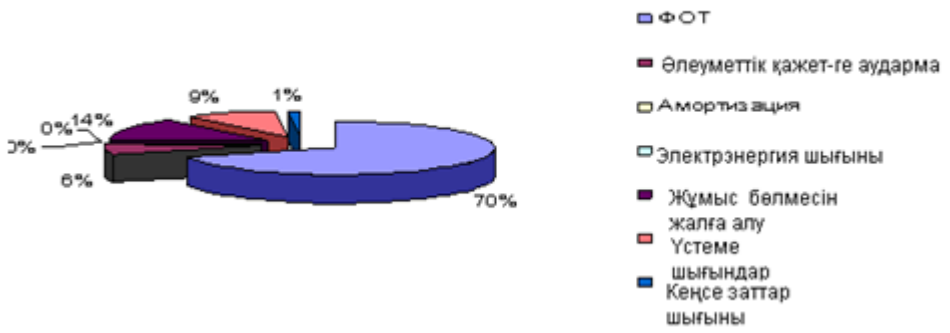
$$С= ФОТ+ СН+А+А_{пом}+Р_К+Э+ Н_Р, \qquad (7.11)$$

С=380600+37679,4+3486+35000+3625+864+46125,44=922508,8теңге.

Электрқондырғыларда ZigBee сымсыз байланысын жүзеге асырудағы бағдарламалық өнімді өңдеуге кеткен шығындардың сметасы және олардың құрылымы 7.5-кестеде және 7.1-суретте келтірілген.

7.5 к е с т е – Электрқондырғыларда ZigBee сымсыз байланысын жүзеге асырудағы бағдарламалық өнімді өңдеуге кеткен шығындардың смектасы

Статья шығындарының атауы	Сома, теңге	Шығындар құрылымы %
ФОТ	380600	68,7
Әлеуметтік қажеттіліктерге аударма	37679,4	6,2
Амортизация	3486	0,31
Электрэнергия шығыны	864	0,14
Жұмыс бөлмесін жалға алу	35000	13,17
Үстеме шығындар	46125,44	9,09
Кеңсе заттар шығыны	3625	1,36
Қорытынды:	922508,8	100,00



7.1сурет – Электрқондырғыларда ZigBee сымсыз байланысын жүзеге асырудағы бағдарламалық өнімді өңдеуге кеткен шығындардың құрылымы.

7.4 Интеллектуалды еңбектің бағасы (бағдарлама нәтижесі және ғылыми-зерттеу жұмысы)

Бағдарламалық өнімді жүзеге асыру бағасы өзіндік құннан және таза табыстан құралады :

$$Ц_П = С + П,$$

мұнда, C – өзіндік құн, $П$ – таза табыс.

Заттың бастапқы бағасын табатын кезде тиімділіктің (Р) болжам бағасын аламыз, бұл жағдайда тиімділіктің байланыс саласы бойынша орташа деңгейін 30 % деп аламыз:

$$Ц_П = С \cdot (1 + Р/100), \qquad (7.12)$$

мұнда, Р – тиімділік (30 %),

$$Ц_П=922508,8\cdot(1+30/100)=1199261,44 \text{ теңге.}$$

Дайын өнімнің сату бағасын қосымша салық бағасымен (НДС) есептеп табамыз:

$$Ц_Р=Ц_П+НДС, \quad (7.13)$$

Қазақстан Республикасында қосымша салық бағасы НДС 12% (2010 ж.),сонымен :

$$НДС=Ц_П\cdot 12\%, \quad (7.14)$$

$$НДС=1199261,44\cdot 12\%=143911,4 \text{ теңге,}$$

$$Ц_Р=1199261,44+143911,4=1343172,84 \text{ теңге.}$$

Электрқондырғыларды ZigBee сымсыз байланысымен қамтамасыз ету үшін кететін бағдарламалық өнімнің бағасы 922508,8 теңгені құрайды. Бұл жобаның өндіріс орнына энергияның сауда-саттықта жоғалып кетуін, электрқондырғыларындағы көрсеткітерді жазып алатын жұмысшылар еңбекақысына кететін шығындарды қысқартуға, сонымен қатар, қолданылған электрэнергиясының көлемі жайында нақты мәліметтер алып отыруы, ол өндіріс орнының кірісінің көбеюіне және қызметтілік нәтижесінің жақсаруына әкеледі. Алынған нәтижелер бойынша дайын өнімді сату үшін НДС қоса есептегенде 1343172,8 теңгені құрайды. Қазақстан Республикасында бұл өнімнің үйлестігі қазіргі кезде жоқ болғандықтан, болашақта тек қана шығындарын жабумен қатар бұл өнімнен табыс та алу көзделіп отыр.

Қорытынды

IEEE 802.15.4 стандарты қазіргі кезде жалғыз ZigBee-дің стандарты болып саналады.

Бұл стандарт 11 Мбит/с жылдамдықпен шамамен 2,4 ГГц аралығындағы радиоарна бойынша мәліметтерді таратуды қамтиды. ол құрылғының арзан бағасы,сонымен қатар оны сатып алу және қолданатын жиіліктерді тіркеудің қажетінің жоқтығы.

Жобада қашықтыққа және радиосигналдардың таралу зоналарына байланысты қабылданатын қуат деңгейімен өшудің мәндері қарастырылған. 2.4 ГГц жиіліктегі радиосигналдардың таралуы кезінде туындайтын қиындықтарды шеше отырып, радиосигналды бөгеттерден өткізіп қажетті сигнал қуатын алу. Екісәулелі, көпсәулелі, көлеңкелі модельдерін зерттей отырып олардың артықшылықтарымен кемшіліктеріне көз жеткіздік. Қабылдағыш таратқыш құрылғыларын 1,5 метрге орналастырып екісәулелі таралу моделі кезіндегі сигналдардың таралу нәтижелерін зерттедік.

Қиын көрінетін зона үшін қабылданатын қуаттың эталондық қуатқа қатынасының мәні қабылдағыш пен таратқыштың арасындағы арақашықтық ұлғайған сайын бірден өседі, 45 метр қашықтықта -95 дБм мәнге жетеді.

Қысқартылғандар атаулар тізімі

LQI — байланыс каналы сапасының индикаторы
ТКШ — тұрғын-коммуналдық шаруашылық
WLAN — сымсыз жергілікті есептеуіш желілері
WPAN — сымсыз арнайы есептеуіш желілері
BWA — сымсыз кең жолақты рұқсат
CSMA-CA— коллизияны тоқтататудың көптік рұқсаты бар бақылау
TDMA — уақыттық бөлінген көптік рұқсат
СШҚ — сигнал-шу қатынасы
PRR — пакеттерді қабылдау жылдамдығы
PER — қате пакеттер саны
OSI — ашық жүйелердің өзара әсерлесу моделі
ZigBee — Аз қуатты тұтынатын IEEE 802.15.4 стандартында негізделген жоғары деңгейлік желілік протоколдарының жиынтығы
GPRS — мәліметтерді дестелік тарату қызметі
EDGE — GSM үшін мәліметтерді таратудың күшейтілген жылдамдығы

Әдебиеттер тізімі

1 Shahin Farahani - ZigBee Wireless Networks and Transceivers / Newnes.2008.

2 Джон Парк, Стив Маккей, Эдвин Райт, Передача данных в системе контроля и управления; перевод с английского - М.: ООО Группа ИДТ, 2007.

3 Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Анализ особенностей распространения радиоволн в пикосетях беспроводных устройств малого радиуса действия. // Теоретические и прикладные проблемы сервиса. 2009. №4(31).

4 Панфилов Д. Введение в беспроводную технологию Zigbee стандарта 802.15.4 // Электронные компоненты. - №12. – 2004.

5 Соколов М. Программно-аппаратное обеспечение беспроводных сетей на основе техологии Zigbee/802.15.4 // Электронные компоненты. - №12. – 2004.

6 Баранова Е. IEEE 802.15.4 и его программная надстройка ZigBee. - Интернет-журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям; http://www.telemultimedia.ru/art.php?id=292

7 Семенов Ю.А. Беспроводные сети ZigBee и IEEE 802.15.4.: Михаил Крикун; http://book.itep.ru/4/41/zigbee.html

8 Дмитриев В. Технология Zigbee// Компоненты и технологии. – №1. – 2004.

9 ZigBee/802.15.4. – Компоненты беспроводных технологий: сайт компании «Компел»; http://www.compel.ru/catalog/wireless/zigbee

10 Кирпичики для построения сети ZigBee. – сайт компании «Контракт электноника»; http://www.contractelectronica.ru/info/articles/tech/zigbee/

11 Панфилов Д. Система пожарной сигнализации с радиоканалом Электронные компоненты. – №9. – 2003.

12 MSP430 и продукция Chipcon в беспроводных сенсорных приложениях и устройствах обеспечения безопасности. – Новости Электроники: сайт компании «Компел»; http://www.compeljournal.ru/enews/2007/3/8

13 Estimating ZigBee transmission range in the ISM band. – Electronic Design Strategy: Мартин Савери; http://www.edneurope.com/estimatingzigbee-transmissionrangeintheismband+article+1608+Europe.html

14 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания для экономической части выпускной работы. – Алматы, 2009.

15 Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. – М.: Радио и связь, 1989.

16 Дюсебаев М. К. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах. Алматы: АИЭС, 2001.

17 Джангозин А. Д. / ФИРМЕННЫЙ СТАНДАРТ: Работы учебные. – Алматы: АИЭС, 2002 .

18 Баклашов Н. И., Китаев Н. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. Учебник. – М.: «Радио и связь», 1989;

19 Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда и окружающей среды в дипломном проекте». – Алма-Ата: АЭИ, 1984.

20 Производственное освещение. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломном проекте. – Алма-Ата: 1989.

21 Дюсебаев М. К. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах. – Алматы: АИЭС, 2003.

22 Айзенберг Ю. Б. Справочная книга по светотехнике. – М.: «Энергоатомиздат», 1983.

23 Охрана труда в электроустановках. Под ред. Б. А. Князевского. – М.: «Энергоатомиздат», 1983.

Қосымша А

Delphi программасының листингі

```
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;
    Label8: TLabel;
    Edit8: TEdit;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Edit9: TEdit;
    Edit10: TEdit;
    Label11: TLabel;
    Label12: TLabel;
    Label13: TLabel;
    Label14: TLabel;
    Edit11: TEdit;
    Edit12: TEdit;
    Edit13: TEdit;
    Label15: TLabel;
    Label16: TLabel;
    Edit14: TEdit;
```

```
    Edit15: TEdit;
    Edit16: TEdit;
```

Қосымша А жалғасы

```
   Label19: TLabel;
    Label21: TLabel;
    Label17: TLabel;
    Label20: TLabel;
    Edit17: TEdit;
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Label18: TLabel;
    Label21: TLabel;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
var
  Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
F, Pm, Pv, SOM, L1, L2, R1, R2, n, La, Y, FSL, D, Pr, Pl, N0, N01:real;
begin
F:=StrToFloat(edit1.text);
Pm:=StrToFloat(edit2.text);
Pv:=StrToFloat(edit3.text);
SOM:=StrToFloat(edit4.text);
L1:=StrToFloat(edit5.text);
L2:=StrToFloat(edit6.text);
R1:=StrToFloat(edit7.text);
R2:=StrToFloat(edit8.text);
n:=StrToFloat(edit9.text);
pi:=3.14;
Y:=Pv-Pm-L1-L2;
```

```
FSL:=Y-SOM;
La:=300/F;
D:=10*exp(FSL/20-33/20-log(F));
Pr:=(Pv*1*1*La*La)/sqr(4*pi)*sqr(D);
Pl:=20*log(F)+20*log(D)-28;
N0:=1.3803*0.001*T;
N01:=20*log10(N0);
Edit10.text:=FloatToStr(Y);
edit11.text:=FloatToStr(FSL);
edit12.text:=FloatToStr(La);
edit13.text:=FloatToStr(D);
edit14.text:=FloatToStr(Pr);
edit15.text:=FloatToStr(Pl);
edit16.text:=FloatToStr(N0);
edit17.text:=FloatToStr(N01);
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
form1.Close;
end;
end.
```