

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Джангазұлы Алдияр

«ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 – «Телекоммуникация»

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды
зерттеу»

6B06201 – «Телекоммуникация»

Орындаған:

Джангазұлы

Джангазұлы.А

Пікір беруші:
ҚазҰАЗУ PhD,
қауымдастырылған профессор

Әлібек Н.
«ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ
ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

« 20 » 05 2024 ж.
ИНЖЕНЕРЛІК-ТЕХНИКАЛЫҚ
ФАКУЛЬТЕТІ



Ғылыми жетекші
PhD, ӘТЖҒТ,
қауымдастырылған профессор
Тайсариева К.Н

« 20 » 05 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 Телекоммуникация



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы **Джангазұлы Алдияр**

Тақырыбы «ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды зерттеу»

Университет ректорының «04» желтоқсан 2023ж №548П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30»сәуір 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

- 1) Zigbee технологиясының негізгі принциптері;
- 2) ҚР Әскери кешендерінде ZigBee пайдаланудың артықшылықтары мен шектеулері;
- 3) ZigBee желілерінің топологиялары және оларды әскери жүйелерде қолдану;
- 4) Әскери жүйелердегі ZigBee деректерін талдау қауіпсіздігі және қорғау

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- 1) Әскери жүйелердегі ZigBee технологиясын жылжымалы жерсеріктік жүйелер негізінде талдау;
- 2) ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын енгізудің негізгі алғышарттары: Портативті жерсеріктік терминал, радиожиілікті ВUC/ LNB «L» диапазонда қосылу, Ethernet 10/100 BaseT.
- 4) OMNET++ бағдарламалық ортасында ZigBee технологиясын ҚР Әскери жүйелерінде модельдеу;
- 5) Matchad бағдарламасы арқылы ZigBee әскери жүйесіндегі трафикті есептеу. Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:




- 1) М.Соколов. Реализация беспроводных сетей на основе технологии ZigBee стандарта/802.15.4 // Компоненты и технологии. - №2. – 2005.,
- 2) Introduction to Zigbee Technology Ankur Tomar– Global Technology Centre. – 2011.
- 3) Zigbee-based Local Army Strategy Network Configurations for Multimedia Military Service (researchgate.net).

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Әскери жүйелердегі ZigBee технологиясын жылжымалы жерсеріктік жүйелер негізінде талдау	04.01.2023 - 01.02.2023	Орындалды
ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын енгізудің негізгі алғышарттары: Портативті жерсеріктік терминал, радиожиілікті ВUC/ LNB «L» диапазонда қосылу, Ethernet 10/100 BaseT.	01.02.2023 - 01.03.2023	Орындалды
OMNET++ және Mathcad бағдарламалық ортасында Zigbee есептеу және модельдеу	01.03.2023- 30.05.2023	Орындалды

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

Қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Тайсариева К.Н., PhD., ЭТЖҒТ, қауымдастырылған профессор	20.08.23	
Теориялық ақпарат	Тайсариева К.Н., PhD., ЭТЖҒТ қауымдастырылған профессор	20.05.24	
Норма бақылау	Досбаев Ж.М. ЭТЖҒТ, PhD., аға оқытушысы	28.05.2024	

Ғылыми жетекшісі

Тайсариева К.Н.

Тапсырманы
алушы

орындауға

алған

білім



Джангазұлы А

Күні «8» 12. 2023ж.

АНДАТПА

Қазіргі заманғы әскери қақтығыстар тиімді және қауіпсіз болуы үшін технологиялар үнемі жетілдіріліп отыруы керек. Соңғы онжылдықтарда сымсыз байланыстың дамуымен Zigbee технологиялары әскери басқару жүйелеріндегі байланыс пен бақылауды жақсартудың шешімі ретінде назар аударды.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасының (ҚР) Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды талдауға арналған. Бұл дипломдық жобада Zigbee технологиясының негізгі принциптері, Шенгелді ауылында мониторинг және бақылау жүйесін енгізу және де қазақстандық әскери жүйелерде ПСК-100 Zigbee пайдалана отырып, байланысты жылдам өрістету технологиясын пайдалану мүмкіндіктерін бағалауға бағытталған.

АННОТАЦИЯ

Чтобы современные военные конфликты были эффективными и безопасными, технологии должны постоянно совершенствоваться. С развитием беспроводной связи в последние десятилетия технологии Zigbee привлекли внимание как решение для улучшения связи и контроля в военных системах управления.

Данное исследование посвящено анализу применения технологий Zigbee в военных системах Республики Казахстан (РК). Данный дипломный проект направлен на оценку основных принципов технологии Zigbee, внедрения системы мониторинга и контроля в селе Шенгельды и возможности использования технологии быстрого развертывания связи с использованием ПСК-100 Zigbee в казахстанских военных системах.

ANNOTATION

In order for modern military conflicts to be effective and safe, technologies must be constantly improved. With the development of wireless communications in recent decades, Zigbee technologies have attracted attention as a solution to improve communication and control in military control systems.

This study is devoted to the analysis of the use of Zigbee technologies in military systems of the Republic of Kazakhstan (RK). This graduation project is aimed at assessing the basic principles of Zigbee technology, the implementation of monitoring and control systems in Shengeldy village and the possibility of using the technology of rapid deployment of communications using the PSK-100 Zigbee in Kazakhstan's military systems.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	
1 Zigbee технологиясы	9
1.1 Zigbee технологиясының негізгі принциптері	9
1.1 Әскери жүйелерде сымсыз технологияларды қолдануы	14
1.2 Әскери жүйелердегі қауіпсіздікке қойылатын талаптар	17
1.3 Сымсыз желінің артықшылықтары мен кемшіліктері	18
1.4 Тақырыпты таңдаудың өзектілігін негіздеу	21
2 ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын енгізудің негізгі алғышарттары	23
2.1 Мониторинг және басқару жүйелері	23
2.2 Портативті спутниктік терминал және оның әскери операциялардағы рөлі	31
3 Сымсыз сенсорлық желіні есептеу және модельдеу	35
3.1 ПСК-100 энергия тиімділігін арттыруды OMNET++ бағдарламалық ортада модельдеу	35
3.1 Сымсыз сенсорлық желіні техникалық қамтамасыз ету	37
3.2 Сымсыз сенсорлық желі архитектурасын практикалық енгізу	38
3.3 Matlab бағдарламасы арқылы Zigbee негізіндегі мониторинг және басқару жүйелеріне арналған функционалдық модульді жобалау	39
3.4 ZigBee құрылғыларының қуат шығынын есептеу	42
3.5 Zigbee желісін қабылдау және беру жолындағы шуды есептеу	43
Қорытынды	47
Пайдаланылған әдебиеттер	48

КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасының Әскери жүйелерінде сымсыз сенсорлық желі технологияларының заманауи дамуы әскери бақылау мен қауіпсіздікті қамтамасыз ету жүйелерінің тиімділігі мен сенімділігін жақсартудың жаңа мүмкіндіктерін ұсынады. Қорғаныс қабілетін нығайтуға және Қарулы Күштерді жаңғыртуға ұмтылатын ҚР байланыс бақылау жүйелерінде Zigbee сияқты жаңа технологияларды қолдануды зерттеу маңызды болып отыр.

Zigbee технологиясын әскери жүйелерде қолданудың негізгі себептерінің бірі-оның төмен қуат тұтынуы. Әскери таратылған жүйелер көбінесе энергияға қол жетімділігі шектеулі жағдайларда жұмыс істейді, сондықтан электр қуатын аз тұтыну құрылғылардың қызмет ету мерзімінде маңызды рөл атқарады. Қуатты тұтынуды оңтайландыру арқылы Zigbee протоколы батареяларды ауыстыруды немесе құрылғыларды қайта зарядтауды қажет етпестен ұзақ уақыт жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Осы дипломдық жұмыстың мақсаты қазіргі заманғы әскери инфрақұрылымның ерекшеліктерін және елдің қорғаныс кешенінің зерттей отырып, Zigbee технологияларын Қазақстан Республикасының Әскери жүйелерінде қолдану мүмкіндіктері мен перспективаларына кешенді талдау жүргізу болып табылады.

Зерттеу жұмысы өзектілігінде Zigbee технологиясының негізгі принциптері, оның әскери мақсаттарда қолданылуы, сондай-ақ осы технологияны Қазақстан Республикасының қолданыстағы әскери инфрақұрылымына интеграциялау мүмкіндіктері қаралатын болады. Әскери жүйелердегі Шенгелді ауылындағы әскери бөлімшеге мониторинг және бақылау орнатуға, портативті спутниктік терминал және оның әскери операциялардағы тиімділігін бағалауға ерекше назар аударылатын болады.

Осы мақсатқа жету үшін сымсыз сенсорлық желіні модельдеу Matlab бағдарламасы арқылы Zigbee негізіндегі мониторинг және басқару жүйелеріне арналған функционалдық модульдерді жобалау және PSK-100 энергия тиімділігін арттыруды OMNET++ бағдарламалық ортада модельдеуден шыққан мәндерді шығының есептеу арқылы жүзеге асатын болады.

1 Zigbee технологиясы

1.1 Zigbee технологиясының негізгі принциптері

2001 жылдың күзінде Eaton Corporation, Motorola Labs және Qualcomm Inc компанияларының әзірлеушілер тобы төмен жылдамдықты сымсыз желілердің технологиясы мен жұмыс істеу принциптерін анықтайтын IEEE 802.15.4 - Low-Rate Wireless personal Area Networks (LR-WPAN) жаңа стандартын құру бойынша бірлескен жұмысты бастады. Мұндай желілер қысқа қашықтықта жұмыс істейтін арзан, төмен қуатты сымсыз байланыс құрылғыларына арналған[1].

IEEE 802.15.4 стандарты радиоарна арқылы деректерді берудің ең төменгі, физикалық және арналық деңгейлерін ғана сипаттайды, ал Zigbee атауы жалпы технологияны білдіреді, оның ішінде физикалық деңгей де, тиісті логикалық деңгей де - желілік бағдарламалық жасақтама деңгейі (желі құрылымын ұйымдастыру, қауіпсіздікті қамтамасыз ету, профильдерді қолдау және т.б.)[1].

Стандарттың сипаттамаларын әзірлеу және өнімді нарыққа жылжыту үшін ZigBee Alliance құрылды — оның мақсаты сымсыз байланыс стандартын әзірлеу болды, ол арзан және дәл осы салада функционалды болады. Бұл альянсқа Philips, Motorola, Honeywell, Invensys, Mitsubishi және басқа электроника және жабдық өндірушілері кірді, олардың жалпы саны елуден асады (Bluetooth стандарты 3000-нан астам ұйымды қолдайды). ISO моделінің әртүрлі деңгейлеріндегі ZigBee-дің "үйлесімділік пакетіне" Bluetooth, Wi-Fi, ultrawideband кіреді және жалпы, стандарттардың максималды санын қолдайтын спецификация жоспарланған. Бұл әртүрлі жиіліктер мен протоколдарды қолданатын құрылғылардың өзара әрекеттесуін жеңілдетеді[1].

Zigbee технологиясын өз авторлары шағын көлемдегі деректерді тасымалдайтын мониторинг және басқару жүйелерінде қолдану үшін орналастырды, мысалы: бөлменің жарықтандыру контроллері, термостаттар, кондиционерлер, қашықтан басқару құралдары, компьютерге арналған сымсыз пернетақталар, түтін мен көмірқышқыл газының сенсорлары, қарттар мен балаларға көмекке шақыру құрылғылары үйді автоматтандыру құрылғылары және т. б. Корпоративтік секторда бұл, мысалы, қойма жүйелері, өндірісті автоматтандыру жүйелері әртүрлі датчиктер және т. б. болуы мүмкін. Осылайша, ZigBee стандарты негізінен автономды аспаптар мен басқару жабдықтары арасындағы байланыс құралы ретінде пайдалануға бағытталған[1]. Осыдан технологияға қойылатын талаптар да орындалады:

- бірнеше жүз желіні қолдау;
- жұмыс істейтін құрылғылар (255-ке дейін кілтті құрылғылар);
- 30 метр қатардағы желілердің орташа радиусын нақты үй жағдайында қамтамасыз ету;
- орнату және қолдану оңай.

1.1.1 Стандарт архитектурасы

Сымсыз байланыс технологиясының стандарттарын жасаушылар жеті деңгейлі ашық моделінің екі-үш төменгі деңгейіне ерекше назар аударады. 1.1-суретте стандарттың архитектурасы көрсетілген. Мұнда (төменнен жоғары) 868 МГц (Еуропа) және 915 МГц (АҚШ) диапазондарының физикалық деңгейлері (ФД), сондай-ақ жалпы 2,4 ГГц диапазонының физикалық деңгейі көрсетілген. Олардың үстінде желілік құрылғыға қол жеткізген кезде радио сигналдардың бөлінуін анықтайтын транспорттық деңгейі орналасқан [1].



1.1-сурет – Стандарт архитектурасы

Технологияны әзірлеушілер мен тұтынушылардың "жауапкершілік аймақтарын" бөлу келесідей. Төменгі деңгейлер IEEE стандартымен анықталады, ортаңғы бөлігін толығымен ZigBee Alliance басқарады алайда, пайдаланушы (customer) технологиясын қолданады, ол пайдаланылатын құрылғылардың тұтынушылық қасиеттерін белгілейді.



1.2-сурет – Жеті деңгейлі модель қабаттарының таралуы

CSMA-CA - (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) типіндегі осы технологиядағы тарату ортасына қол жеткізу-тасымалдаушыны тыңдаумен және соқтығысуды болдырмауға қол жеткізу. Қол жеткізудің бұл түрі RadioEthernet стандарттары үшін дәстүрлі болып табылады. Деректер пакетінің құрылымы 1.3-суретте көрсетілген[1].



1.3-сурет – Деректер пакетінің құрылымы

Технологияның техникалық параметрлері (әсіресе деректерді беру жылдамдығы) әртүрлі жиілік диапазондары үшін әртүрлі.

1. 2,4 ГГц диапазонында:

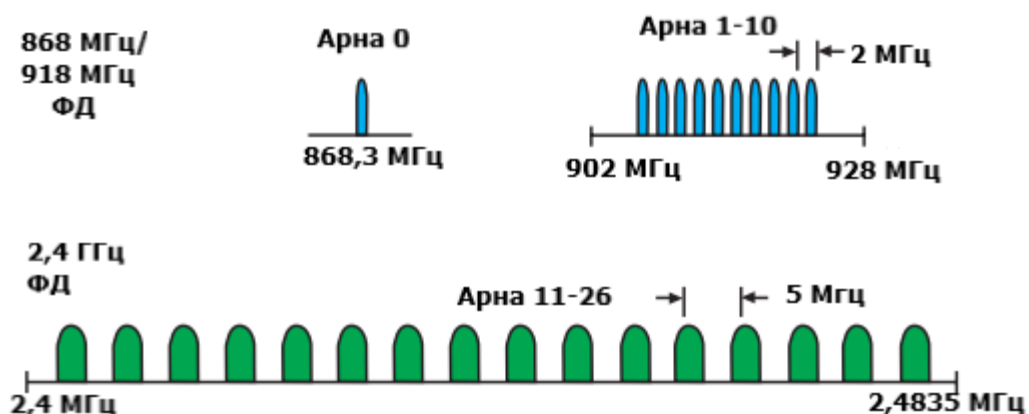
- ақпараттық беру жылдамдығы 250 кбит / с;
- техникалық беру жылдамдығы 62,5 кбод;
- кодтау кезінде 4 бит / таңба.

2. 868 МГц (Еуропа) немесе 915 МГц диапазонында(АҚШ):

- ақпараттық беру жылдамдығы 20 кбит / с;
- техникалық беру жылдамдығы 20 кбод;
- кодтау кезінде 1 бит / таңба.

Берілген диапазонда 40 кбит/с жылдамдыққа жету туралы мәліметтер бар. Барлық нұсқалар үшін тасымалдаушы тербелісті модуляциялау түрі бірдей-

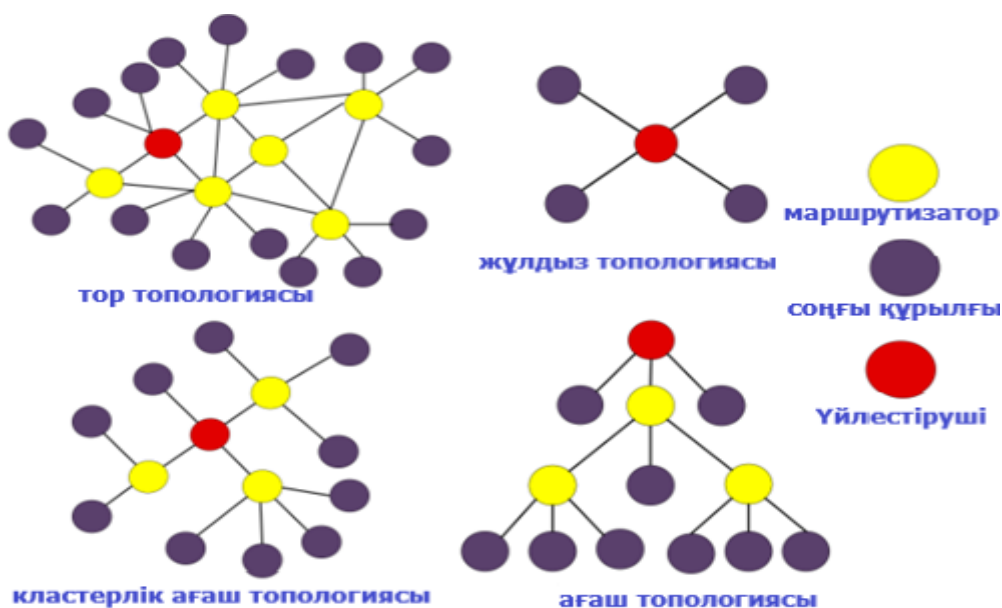
салыстырмалы фазалық манипуляция; беру үшін лицензиясыз жиілік диапазоны қолданылады. 1.4-суретте жиілік жоспарлары көрсетілген тасымалдаушы тербелістердің әртүрлі диапазонындағы[1].



1.4-сурет – Тасымалдаушы тербелістің әртүрлі диапазонындағы радио сигналдардың жиілік жоспарлары

1.1.2 ZigBee хаттамасының топологиясы

IEEE802.15.4 стандарты 64000-нан астам түйіні бар топологиялық желілердің төрт түрін қолдай алады, олардың екеуі: жұлдыз-ағаш-кластер-ағаш және торлы жұлдыз; дегенмен, Zig-Bee тек ағаш топологиясын қолдана алады[2,3]. 1.5 - суретте көрсетілгендей, бұл топология бірнеше жұлдызды желілерден тұрады.



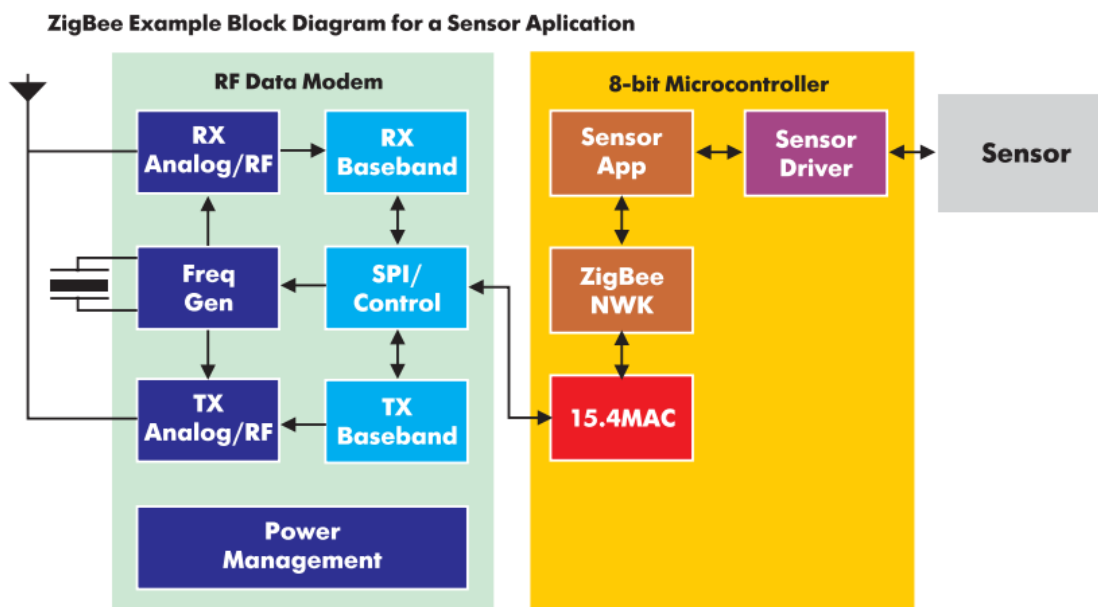
1.5-сурет – Zigbee хаттамасымен байланысты топологиялар

Технология хаттамалар және оны іске асыру құрылғыларына келесі талаптарды қояды:

- 8 биттік микропроцессор, мысалы 80c51;
- 32 КБ-тан аз желі үйлестірушісі хаттамаларының толық сақтауға арналған жад;
- абоненттік құрылғы протоколдарын сақтауға арналған жад шамамен 4 кбайт;
- негізгі станциялар (желі үйлестірушілері) желінің барлық элементтері туралы мәліметтер базасын, транзакциялар кестесін және желінің байланыс кестесін сақтау үшін сыртқы жедел жадтың болуын талап етеді.

Motorola ұсынған Zigbee құрылғыларының бағдарламалық-аппараттық шешімі стандарттың PHY/MAC деңгейлеріне сәйкес келеді (OSI моделі бойынша бірінші және екінші деңгей), 2,4 ГГц диапазонында жұмыс істейді және деректерді беру жылдамдығын 250 кбит/с дейін қамтамасыз етеді. - құрылғы контроллерінің микробағдарламасына ендіруге болатын басқару бағдарламасы.

Жүйе 2-ден 3,6 в-қа дейінгі кернеуді қамтамасыз етеді. деректерді рұқсатсыз ұстаудан қорғау үшін 128 биттік кілті бар AES алгоритмі қолданылады. Motorola өзінің Zigbee желісінің жұмысын 2003 жылы 3 маусымда Берлинде ZigBee Alliance European Open House конференциясында көрсетті. Бұл стандарттың алғашқы құрылғылары нарықта жылдың ортасында пайда болуы керек. 1.6-суретте Zigbee технологиясы бойынша желінің негізгі станциясымен байланысты дербес сенсордың құрылымдық диаграммасын көрсетеді[1].



1.6-сурет – Сенсордан ақпарат беруді қамтамасыз ететін құрылғының блок-диаграммасы

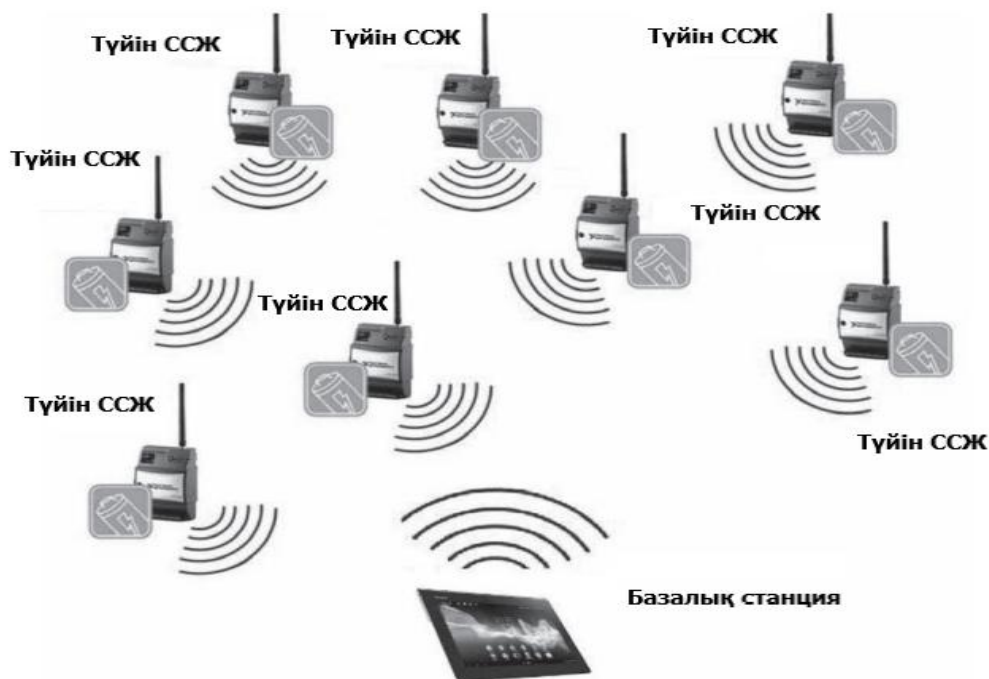
1. Sensor-сенсор.

2. 8-биттік Microcontroller-8 — биттік контроллер, оған мыналар кіреді: Sensor Driver-сенсор драйвері, Sensor App — берілген қосымшаны іске асыратын бағдарлама; ZigBee NWK — 15.4 MAC — 802.15.4 стандартына сәйкес тарату ортасына қол жеткізуді қамтамасыз ететін кодталған сәлемдемелерді қалыптастыру бағдарламасы.

3. RF Data Modem-радио модем, оған мыналар кіреді: SPI/Control-сериялық интерфейсін басқару құрылғысы; TX Baseband-радио таратқыш бөлігін басқару құрылғысы; RX Baseband-радио қабылдау бөлігін басқару құрылғысы; RX Analog / RF-радио таратқыш, TX Analog / RF-радио қабылдағыш, Freq Gen — жұмыс жиілігінің синтезаторы, Power Management-қуат көзі

1.2 Әскери жүйелерде сымсыз технологияларды қолдануы

Сымсыз сенсорлық желі (ССЖ) - сенсорлары бар және радиоарна арқылы біріктірілген көптеген өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз түйіндер. Түйіндер әр түйінге енгізілген энергия көздерімен шектелген электр қуатына қатысты болып табылады. Мұндай желінің негізгі мақсаты сыртқы ортадан физикалық параметрлерді өлшеу болып табылады. Бірақ ССЖ мониторинг құралы ретінде ғана емес, сонымен қатар бақылау құралы ретінде де қызмет ете алады. Желі түйіндері жинаған деректер базалық станцияға (БС) жіберіледі, ол қабылдағыш, процессор, жад құрылғысы, басқару және көрсету құралдары бар кез-келген құрылғысына, мысалы дербес компьютер немесе планшет бола алады[4].



1.7-сурет – Сымсыз сенсорлық желі

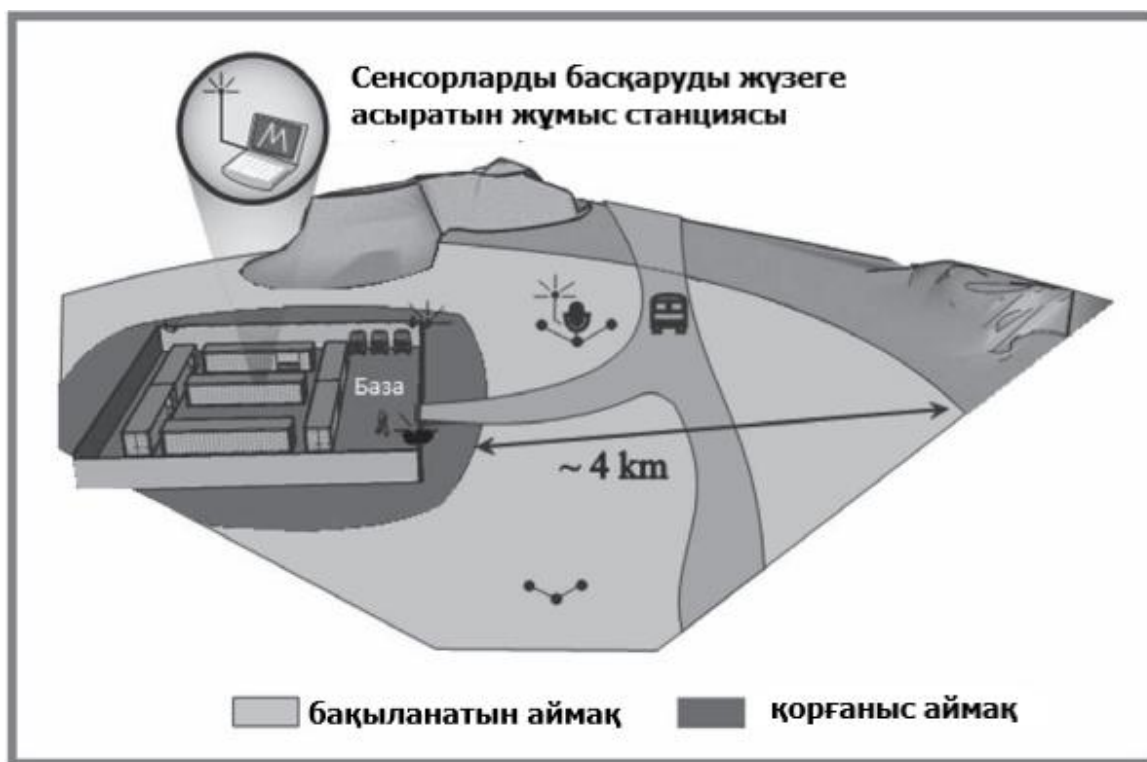
Нанотехнология, микро-электромеханикалық жүйелер (МЭМЖ), радиотехника, цифрлық электроника, цифрлық сигналдарды өңдеу және сымсыз желілердегі заманауи жетістіктер интеллектуалды сенсорларды жасауға мүмкіндік береді. ССЖ қолдану және интеграциялау мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді. Осылайша, ССЖ-бұл сымсыз сенсорлардың кейбір жиынтығы (тапсырмаға байланысты), оны мониторинг және бақылау үшін мақсатты аймаққа орналастыруға болады. Мониторинг және бақылау міндеті әскери сала үшін өте маңызды болып табылады.

Сенсорлық желілерді қолданудың әскери аспектісі әзірлеушілерге базаның периметрін бақылаудан бастап, тактикалық тапсырмаларды орындау кезінде жауынгерлік бөлімдерді қолдауға дейінгі көптеген міндеттерді қояды[5].

ССЖ көмегімен шешілуі мүмкін әскери қолданудың келесі негізгі міндеттерін бөліп көрсетуге болады:

- базаның периметрін бақылау;
- объектіні қорғау (тазартылған орындарды жаудың жаңа шабуылдарынан, негізгі нүктелерден, жолдардан бақылау); барлау;
- тыңшылық;
- мергендерді анықтау және оқшаулау;
- химиялық диагностика;
- бактериологиялық диагностика;
- ядролық және радиациялық диагностика;
- құрлық, әуе теңіз күштері арасындағы деректерді беру.

Базаның периметрін мониторинг міндетін қарастырайық. Жауынгерлік аймаққа орналастырылғаннан кейін, жаудың шабуылдарының алдын алу қажет. Айналадағы аймақ толқынды немесе таулы болуы мүмкін, сонымен қатар ағаштар мен өсімдіктер түрінде кедергілер болуы мүмкін. Шабуыл әскери бөлімдердің ауыспалы топтары түрінде немесе көлікте болуы мүмкін. Ерте анықтауды, периметрді қорғауды жеңілдету үшін 1.8 - суретте көрсетілген, ССЖ базаның айналасындағы периметрді радиусы 4 км-ге дейін қамтуы керек, ал іс жүзінде 10 км-ге дейінгі қашықтық қажет. Анықтау дәл осы диапазонда қажет болуы мүмкін, ал нысандардың түрлерін нақты анықтау базаның айналасында 1-2 км қашықтықта қажет[5].



1.8-сурет – ССЖ шабуылдарды анықтау арқылы базаның периметрін қорғау

Жау шабуылын анықтау үшін ССЖ әр түрлі сенсорларды қолдана алады:

- акустикалық
- сейсмикалық
- магниттік
- инфрақызыл
- электро-оптикалық
- электромагниттік

Сенсорларды кең ауқымды сенсорлық желілерге дұрыс біріктіру үшін айтарлықтай күш қажет және ең қиын міндеттердің бірі-жалған позитивтердің минималды деңгейін сақтауда сенсорлардың дәлдігін арттыру. Сенімді анықтау қажеттілігі мультимодальды сенсорларды қолдануға әкеледі. Болашақта сенсорлар мен олардың дәлдігінің ақылға қонымды үйлесімі сенімді бағдарламалық-аппараттық кешендерді қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, мультимодальды сенсорларды пайдалану энергияны тұтынуды, сондай-ақ трафикті азайтуы мүмкін, мысалы, бейнекамера акустикалық немесе инфрақызыл сенсорларды іске қосу арқылы[6].

Жау жауынгерлік бөлімшелерінің белгілі бір аймаққа басып кіруін анықтау үшін ССЖ қолданған кезде, сенсор деректерін талдау арқылы жауынгерлік бөлімшелердің түрлерін де анықтауға болады. Мысалы, егер акустикалық сенсор қолданылса, онда спектрлік дыбыстық талдау жасау керек және өлшенген мәндерді алдын-ала белгіленген жауынгерлік бірліктердің әр түріне(танк, жаяу әскер, тікұшақ, ұшақ) салыстыру қажет.

Кіші өлшемдердің арқасында сенсорлық түйіндер өте құпия және орналастыруға ыңғайлы мониторинг құралы болады[7,8].

Сенсорлық түйіндерді мақсатты аймаққа орналастырудың бір әдісі:

- тарату арқылы түйіндерді қолмен орнату;
- бетіне монтаж орнату;
- авиация;
- снаряд ретінде пайдалану.

1.3 Әскери жүйелердегі қауіпсіздікке қойылатын талаптар

ССЖ ақпараттық қауіпсіздіктің мынадай талаптарына жауап беруі тиіс:

Тыңдаудан қорғау - жау желі түйіндері арасында айналатын хабарламаларды ұстап, декодтай алады. Тыңдаудың алдын алу үшін берілетін деректерді тұрақты шифрлау қажет.

Алаяқтықтан қорғау - жау өз түйінін желінің санкцияланған түйіні ретінде бере алады және осылайша диверсия жасай алады. Тиісінше, желідегі түйіндердің аутентификация механизмдерін пайдалану қажет.

Деректердің тұтастығын қорғау-түйіндер арасында айналатын хабарламалардың желі арқылы жылжу барысында өзгеріссіз және модификациясыз қалу мүмкіндігі. Пакет жүретін бүкіл жол бойында маршрут өзгеріссіз қалуы керек. Криптографиялық қорғаныс және күшті тұтастықты тексеру хабарламаларды бұрмалаудан және ойнату шабуылдарынан сенімді қорғауды қамтамасыз ете алады.

Қызмет көрсетуден бас тартудан қорғау-түйіндер хабарламаларды жіберу үшін желіге кіре алмайтын және пайдалана алмайтын жағдайлардың пайда болуына жол бермеу.

Геолокациялық анықтаудан қорғау-жау құрылғылардың сәулеленуін анықтау арқылы сенсорлық желі түйіндерінің географиялық орнын анықтай алады. Деректерді беру жиілігі мен ұзақтығын абсолютті минимумға және ұзақтыққа дейін қысқарту желінің табылу мүмкіндігін азайтады. Дегенмен, әрқашан анықтау мүмкіндігі болады, әсіресе егер жау белгілі бір аймақта сенсорлық желі бар екенін білсе.

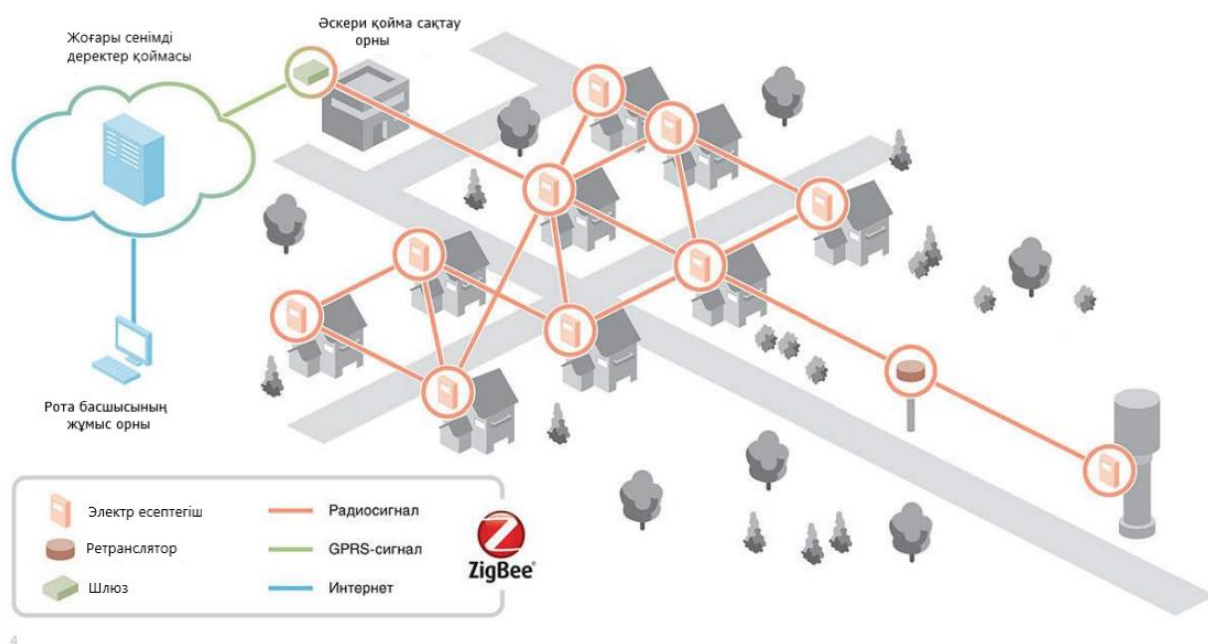
Физикалық компоненттерді қорғау-жау сенсорлық түйіннен жиналған деректерді оның корпусын механикалық түрде ашу арқылы шығара алады. Жад элементтері сыни түрде бүлінетін және қалпына келтіруге жатпайтын білімсіз бекітпелерді бөлшектеудің арнайы технологиясы бар корпустарды пайдалану қажет.

Сыртқы орта жағдайларына төзімділік-сенсорлық түйіннің корпусы қоршаған ортаға әсер етудің әртүрлі түрлерінен қорғалуы керек: температура, кедергі, су және т.б [9].

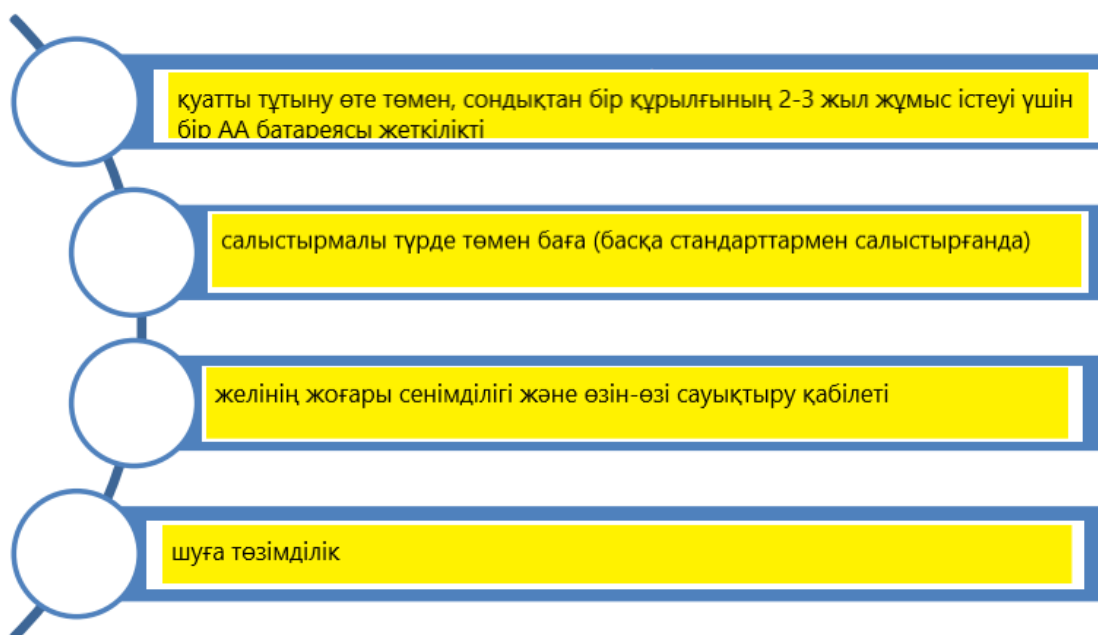
1.4 Сымсыз желінің артықшылықтары мен кемшіліктері

Сымды желілерді орнату өте қымбат, сондықтан сымсыз желілер танымал бола бастады. Мәселе мынада, сымсыз желі тиімді жұмыс істеуі үшін 220 вольтты электр желісіне қосылуды, қуатты дербес қуат көздерін немесе ең аз қуат тұтынатын құрылғыларды қажет етеді. IEEE 802.15.4 стандартына негізделген ZigBee протоколы аз қуатты желілер үшін арнайы жасалған. Бұл протоколдың артықшылықтары да, кемшіліктері де бар.

Сымсыз желінің құрудың алғашқы әрекеттері бірнеше жылдар бұрын басталды. Басында барлық құрылғылар көлемді және тиімсіз болды, олар көп мөлшерде электр энергиясын тұтынады. Микроэлектрониканың дамуымен сымсыз желі компоненттері, тиімдірек және аз электр энергиясын тұтынатын болды. Содан кейін сымды желілерден сымсыз желілерге көшу болды, оларды әскери бөлімдерге зақым келтірместен төсеуге болатын болды. Дегенмен, сымсыз құрылғылар сыртқы қуат көзін қажет етті, бұл олардың ыңғайлылығын азайтты. Жоғары қуат тұтыну артық өнімділіктің салдары арқылы төменгі деңгейдегі желілер үшін жаңа хаттама мен стандарт қажет болды. ZigBee ең аз қуат тұтынатын құрылғыларды қосу және өшіру үшін сигналдарды жіберуге арналған[10].



1.9-сурет – Әскери бөлімшенің Zigbee желісі жұмыс істеу принципі



1.10-сурет – ZigBee желісінің артықшылықтары

Ұйқы режимін қосу және ақпараттың максималды жылдамдығын секундына 250 килобитке (кбит) дейін төмендету арқылы қуат тұтынуды азайту мүмкін болды, бұл Wi-Fi желілері, 3G және олардың аналогтары қамтамасыз ететін жылдамдықтан әлдеқайда аз. Сондықтан ZigBee желілерін құрылғылардың жұмысына қатысы жоқ деректерді беру үшін пайдалану мүмкін емес. ZigBee құрылғыларының төмен қуат тұтынуы үлкен көлемдегі ақпаратты беруге арналмаған желілер үшін маңызды болып табылады, мысалы қауіпсіздік дабылдары, жарықты басқару жүйелері немесе әр бөлмеде бөлек дыбыс деңгейі бар медиа жүйелер.

Басқа ұқсас стандарттардың бастапқы құрылғыларымен салыстырғанда, ZigBee элементтері шынымен де арзан, бірақ олар көптеген қытай блоктарына қарағанда әлдеқайда қымбат. Желілердің сенімділігі ZigBee олардың торлы құрылымына негізделген-егер элементтердің бірі зақымдалған болса, қалған маршрутизаторлар сигналдардың өтуіне жана жол салады. Квадратуралық фазалық модуляция (QPSK – Quadrature Phase Shift keying немесе 4-PSK) және сигнал спектрінің тығыздалуы (DSSS – direct Sequence Spread Spectrum) арқасында шуға төзімділік кез келген басқа сымсыз жүйелердің осы параметрінен асып түседі[10].

Кесте 1.1 – ZigBee стандартын салыстыру

Сымсыз деректерді беру технологиясы (стандарт)	ZigBee (IEEE 802.15.4)	Wi-Fi (IEEE 802.11b)	Bluetooth (IEEE 802.15.1)
Жиілік диапазоны	2,4-2,483 ГГц	2,4-2,483 ГГц	2,4-2,483 ГГц
Өткізуқабілеті, кбит / с	250	11000	723,1
Хаттама өлшемі	32-64	1000-нан астам	250-ден астам
Батареяның үздіксіз, батареяның қызмет ету мерзімі, күндер	100-1000	0,5-5	1-10
Түйіндердің максималды саны желілер	65536	10	7
Әрекет ауқымы, м (орташа мәндер)	10-100	20-300	10-100
Қолдану салалары	Қашықтан бақылау және басқару	Мультимедиялық ақпаратты беру (Интернет, электрондық пошта, бейне)	Сымды қосылымды ауыстыру

Ескерту. Әрекет ауқымы қабылдағыш пен таратқыш арасындағы орта материалдарына байланысты. Мысалы, темірбетон едендер мен электромагниттік кедергілер максималды байланыс ауқымын төмендетеді. Тікелей көру аймағындағы ашық жерлерде максималды қашықтық 300 м-ге жетуі мүмкін. кеңсе ғимараттарында қашықтық шамамен 50 м құрайды. зауыт ғимараттарында ол 50 м-ден аз.

Zigbee желісінің негізгі элементтері:

- үйлестіруші;
- маршрутизатор;
- соңғы құрылғы.

Үйлестірушінің міндеті-желіні құру, яғни оған басқа элементтерді қосу. Бұл қандай элемент желіге қосылғанын және қайсысы қосылмағанын анықтайтын үйлестіруші. Маршрутизаторлар бағынышты болса да үйлестірушіге, бірақ ақпаратты үйлестірушіден соңғы құрылғыға және керісінше берудің оңтайлы жолын дербес анықтайды.

Сондықтан, бір маршрутизатор зақымдалған жағдайда, зақымдалған түйінді айналып өтіп, жаңа маршрут автоматты түрде салынады. Соңғы құрылғылар-бұл сенсорлар және жетектердің жұмысын басқаратын кілттер (контроллерлер). Уақыттың көп бөлігін соңғы құрылғылар ұйқы режимінде өткізетіндіктен, олардың қуат тұтынуы азаяды және бір батареяның қызмет ету мерзімі артады. Батареялардан қуат алатын соңғы құрылғылардан айырмашылығы, маршрутизаторлар үнемі желіге қосылуды қажет етеді, өйткені

олар соңғы құрылғыларға қарағанда әлдеқайда көп қуат тұтынады және ұйқы режиміне өте алмайды.

ZigBee құрамына кіретін көптеген өндірушілер жеке құрылғыларды емес, белгілі бір процесті басқаруға арналған дайын жиынтықтарды ұсынады. Бұл жағдайда әр түрлі жиынтықтар бір өндіруші жасаған кезде ғана немесе олардың қаптамасында жазылған бір сипаттамасы бойынша біріктіріледі. Жабдықтың құны мыналарға байланысты:

- өндіруші;
- элементтің (блоктың) мақсаты мен күрделілігі;
- сатып алу орны.

Белгісіз қытайлық өндірушілердің бөлшектерінің құны әрқашан осы нарық көшбасшыларынан аз болады. Сонымен қатар, функционалдығы бойынша Қытай бөлшектері қымбат брендтік аналогтардан аз. Көп жағдайда қытайлық және брендтік бөлшектер арасындағы айырмашылық сенімділікте – қытай өнімдерінің қызмет ету мерзімі 1,5–3 есе аз[10].

1.5 Тақырыпты таңдаудың өзектілігін негіздеу

Қазақстан халқына жолдауында ел президенті Қасым-Жомарт Тоқаев қазіргі әлемде бәсекеге қабілеттіліктің басты факторларының бірі терең цифрландыру болып табылатынын атап өтті.

Қарулы қақтығыстар бүгінде әскерлерді тиімді басқаруды, заманауи құралдар мен қару-жарақ кешендерін, әскери және арнайы техниканы қолдану қажеттілігін талап етеді. Мақсаты бойынша міндеттерді шешу үшін байланыс әскерлері заманауи байланыс құралдарымен жабдықталған. Қызметке сандық мобильді радиостанциялар, радиорелелік тропосфералық станциялар, әмбебап мобильді байланыс кешендері және командалық-штабтық машиналар кіреді.

Байланыс-әскерлерді басқару жүйесінің маңызды бөлігі. Әскерлерді, жауынгерлік құралдар мен қаруларды қолданудың тиімділігі оның жағдайына байланысты. Кез келген жағдайда және жергілікті жерде әскери байланысшылар қойылған міндеттерді жоғары кәсіби деңгейде, жедел, сапалы және белгіленген мерзімде орындау үшін Қазақстандағы сымсыз сенсорлық желісің нығайтуымыз қажет.

Өкінішке орай қазіргі уақытта біз барлық жерде жоғары өткізу қабілеттілігімен байланыс орнатқан жоқпыз. Сонымен қатар, инфрақұрылым бір жерде моральдық тұрғыдан ескірген. Жалпы, жобаларды іске асырудағы техникалық қиындықтарды біз өз күшімізбен шеше аламыз.

Қазақстанның қорғаныс қарулы күштерінің Zigbee технологияларын қолдануды зерттеу маңызды аспектілерінің бірі болып отыр. Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты Қазақстандағы әскери инфрақұрылымның ерекшеліктері

мен қорғаныс қажеттіліктерін ескере отырып, әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануын зерттеу әрі тиімділігін бағалау болып табылады.

Тақырыптың өзектілігіне келетін болсақ, біріншіден әскери инфрақұрылымды жаңарту қажеттілігі: Қазақстан егеменді мемлекет ретінде қазіргі заманғы қауіп-қатерлерге сай өзінің қорғаныс қабілетін нығайтуға ұмтылады. Әскери инфрақұрылымды жаңғырту тиімділік пен сенімділікті арттыру үшін үздік технологияларды енгізуді де, қолданыстағы жүйелерді жаңартуды да қамтиды. Екіншіден тиімді байланыс пен тексеру қажеттілігі: қазіргі заманғы әскери операциялар жауынгерлік жағдайдың өзгеруіне шұғыл әрекет ету үшін жоғары сапалы байланыс пен тексеру жүйесін тиіс етеді. Zigbee технологиясы нақты уақыт режимінде сенімді деректерді беруді қамтамасыз ете алады және далалық аймақ жерлерде жағдайды бақылауды қамтамасыз етеді. Үшіншіден шығындарды қысқартуға әлі ресурстарды оңтайландыруға қойылатын талаптар: сандаған жат елдердегідей, Қазақстанда да қорғаныс саласындағы бюджет шығындарын оңтайландыру қажеттілігі бар. Zigbee технологиясы салыстырмалы түрде арзан және энергия тиімділігімен танымал, бұл оны ресурстарды үнемдеуге әкеледі. Қорытылай келе Zigbee технологияларын Қазақстан Республикасының Әскери жүйелерінде қолдануды зерттеу елдің әзіргі қорғаныс саласына елеулі үлес қосуға маңызды және перспективалы ағым болып табылады.

2 ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын енгізудің негізгі алғышарттары

2.1 Мониторинг және басқару жүйелері

Zigbee-бұл сымсыз байланыс протоколы, ол қуатты аз тұтынумен, компоненттердің аз шығынымен және қысқа және орташа ұзындықтағы желілерді құру мүмкіндігімен сипатталады. Бұл ерекшеліктер Zigbee-ді Қазақстандағы әскери қосымшалар үшін тартымды шешімге айналдырады.

Zigbee сымсыз сенсорлық құрылғылары шағын өлшемдерге, жеңіл салмаққа, төмен қуат тұтынуға ие, теориялық тұрғыдан сенсорлық желіде 65535 түйінге дейін. Осылайша, Zigbee сымсыз сенсорлық желісі қашықтан денсаулық сақтау, өнеркәсіптік басқару, өртті анықтау, қоршаған ортаны бақылау, әскери қоймаларға және т.б. сияқты мониторинг және басқару (МБ) қосымшаларын әзірлеуде қолдануға өте қолайлы.

Қысқа қашықтықтағы байланыс протоколдарына негізделген сымсыз сенсорлық желілердің (ССЖ) байланыс қашықтығы 100 метрді құрайды. Егер үлкен диапазон қажет болса, қамту аймағын кеңейту режимдерін қолдануға болады. Дегенмен, қашықтық ұлғайған сайын көбірек маршруттарды орналастыру қажет, бұл жүйені қымбат және техникалық қызмет көрсетуді қиындатады. бақылау жүйелері байланыс қашықтығын арттыру үшін басқа әдістерді қолдана алады. Сымсыз сенсорлық желі де құрылған мониторинг жүйелері байланыс қашықтығын арттыру үшін басқа әдістерді қолдана алады[11].

Мысалы, әскери қоймалар әдетте телекоммуникациялық инфрақұрылымы әлсіз аймақтарда орналасқан, бұл ССЖ бақылау жүйесін тиімді құруды қиындатып тұғызады. Сымды байланыс жүйелері әдетте коммутациялық желілер үшін бұралған жұп кабельдерді пайдаланады, бірақ бұл тәсілдің проблемасы-байланыс сапасы жиі тұрақсыз. Сымсыз желілердің сигнал беру диапазоны ұзағырақ және шалғай аудандарда желіге жақсырақ қол жеткізуге мүмкіндік беретініне қарамастан, сигнал сапасы ұялы байланыс мұнарасына дейінгі қашықтықпен анықталады. Сондықтан, нашар қамтылған аудандарда қашықтан бақылау жүйелерінің байланыс желілерін резервтеу мүмкіндігімен жобалануы маңызды.

Жи және Maleki басқалары ССЖ және сымды желілерді біріктіретін бақылау жүйесі үшін байланыс архитектурасын белгіледі [12,13]. Бұл гибриді тәсілдің артықшылығы-сымды желі істен шыққан жағдайда, жүйе дереу ССЖ арқылы деректер алмасуға ауыса алады. Кемшілігі-мұндай жүйелерді салу өте күрделі және қымбат, сонымен қатар техникалық қызмет көрсету қиын. Wei және басқалар жасаған гибриді бақылау механизмінде [14]. Сымды желі қателерді немесе бұзушылықтарды анықтаған кезде, бұл деректер серверге алдын ала белгіленген маршруттар бойынша жіберіледі және сымсыз деректер жылдамдығын арттыру үшін пайдаланылады.

Жұмыс нәтижелері бойынша мониторинг және басқару жүйесі байланыстарды резервтеу мүмкіндігіне ие болуы керек екені анық[12,13]. Алайда, жүйенің сақтық көшірмесін жасау мәселесін шешуге сымды және сымсыз байланыс желілерін ауыстыру арқылы қол жеткізіледі. Бақыланатын аймақ сигнал жабыны нашар жерде орналасқан, сондықтан жүйенің істен шығуын болдырмау үшін басқа байланыс әдістерін (мысалы, ұялы байланыс) қарастыруымыз керек.

Шенгелді ауылындағы 3G/4G ұялы байланыс желілерінің сигналын қамту және қабылдау сапасын 3.1-суретте көрсетілген.



2.1-сурет – 3G / 4G ұялы байланыс желілерінде сигналды қамту және қабылдау сапасы

Қызыл аймақтар стандартты қабылдау сапасына ие. Телефон қоңыраулары үзілмейді, дыбыс анық, бірақ кейде деректер байланысы тұрақсыз болуы мүмкін. Қызғылт сары аймақтар қабылдаудың қолайлы сапасына ие, яғни деректер қосылымдары ішінара тұрақсыз болуы мүмкін. Қашықтан бақылау үшін GSM/SMS байланысын пайдалануға болады[15].

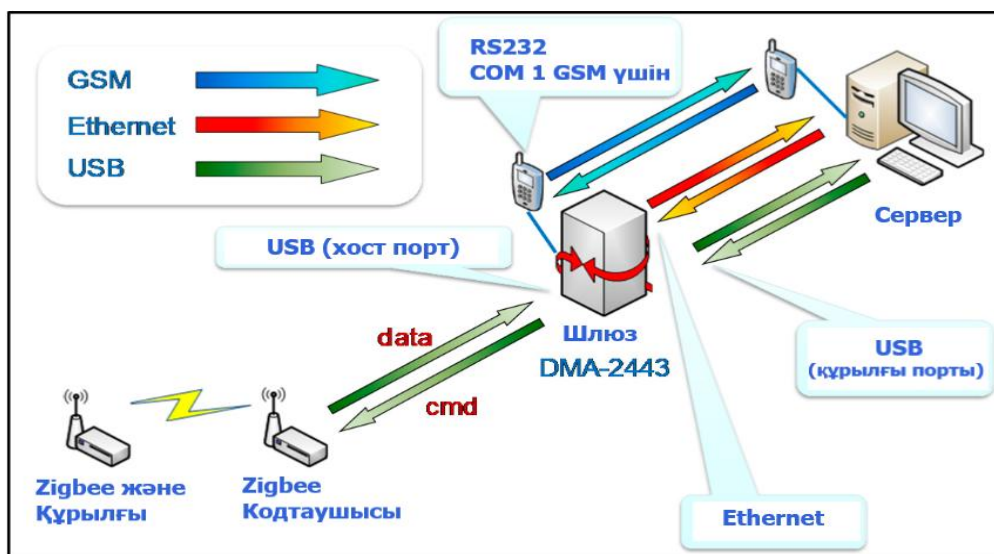
Бірнеше бақылау аймақтарын оңай қамтуы мүмкін GSM/SMS сигналдарын пайдалана отырып, біз шалғай жерлердегі әскери қоймаларды бақылау жүйелеріне енгізуге таптырмас мүмкіндік.

Сымсыз желілер дұрыс жұмыс істегенде, бұл шлюз қашықтан бақылау серверімен байланысу үшін Ethernet модулін пайдаланады. Желі істен шыққан жағдайда резервтік механизм дереу іске қосылады және жүйе автоматты түрде GSM/SMS арқылы байланысқа ауысады. Бұл байланыс соқыр аймақтарында

орналасқан әскери қоймаларда мониторинг жүйесін енгізуге мүмкіндік. Сақтаудың бұл түрі мониторинг деректерінің мониторинг орталығына жіберілуін қамтамасыз ету үшін байланыстың сақтық көшірмесін жасау механизмін қажет етеді. Сондықтан ССЖ жүйесіндегі шлюз дизайны өте маңызды.

2.1.1 Шлюздің рамалық дизайны

Жоғарыда сипатталған бақылау жүйесінің міндеттерін шешу үшін автоматты резервтеу механизмі бар кіріктірілген шлюзді орнатуымыз қажет. Шлюз бақыланатын аймақтағы әрбір сенсорлық түйіннен деректерді жинайды, содан кейін деректерді 2.2-суретте көрсетілгендей қашықтағы серверге жібереді. Жоғарыда айтылғандай, біз байланыс арналарының басымдық деңгейлерін анықтаймыз. Ең жоғары деңгей - "USB" байланысы. Екіншісі - "Ethernet" арқылы байланыс. Басымдықтың ең төменгі деңгейі-нақты уақыт режимінде "GSM/SMS" деректерді беру. Шлюз Zigbee Coordinator-дан сенсорлық деректерді алған кезде, деректер берілген тасымалдау басымдығы деңгейіне сәйкес бақылау серверіне жіберіледі. Сондай-ақ, байланыс арналарының басымдылық деңгейін пайдаланушы бақылау серверінен тасымалдауды қолданудың әртүрлі сценарийлеріне бейімделу үшін өзгерте алады[11].



2.2-сурет – Операциялық схема

Әдетте, ССЖ үйлестірушілері серверге USB (максималды байланыс диапазоны: 5 м), RS232 (15 м) және RS485 (1 219 м) арқылы физикалық түрде қосылады. Алайда, егер мақсатты аймақ осы кабельдердің байланыс ауқымынан асып кетсе, онда бақылау жүйесі жұмыс істей алмайды. Егер әскери қойма Ethernet-пен жабдықталған болса онда біз қашықтықтан бақылау ауқымын кеңейту үшін осы байланыс әдісін қолдана аламыз.

2.1.2 GSM арқылы қашықтағы сервермен байланысу мүмкіндігі

Көптеген әскери қоймалар негізгі базадан біршама қашықтықта орналасқан, өйткені олар оқ-дәрі немесе жанармай сияқты жанғыш немесе жарылғыш материалдарды сақтау үшін қолданылады. Құны бойынша бұл қоймалар Ethernet-пен жабдықталмауы мүмкін, яғни операторлар қашықтан бақылау үшін сымсыз байланыс әдістерін (әдетте ұялы байланыс желілері) қолданумен шектеледі.

Алайда, қауіпсіздік мақсатында әскери қызметшілер ұялы байланыс қызметтерін пайдалана алмайды. Сонымен қатар, 2.1-суретте шалғайдағы аймақтардың ұялы байланысы әлсіз екендігі көрсетілген, бұл пайдаланушыларды дауыстық қоңыраулар мен SMS-ке шектейді. Сондықтан біз шлюзді GSM хабар алмасу арқылы сервермен байланыса алатындай етіп жасауға болады[11].

2.1.3 UART арқылы Zigbee үйлестірушісімен байланысу мүмкіндігі

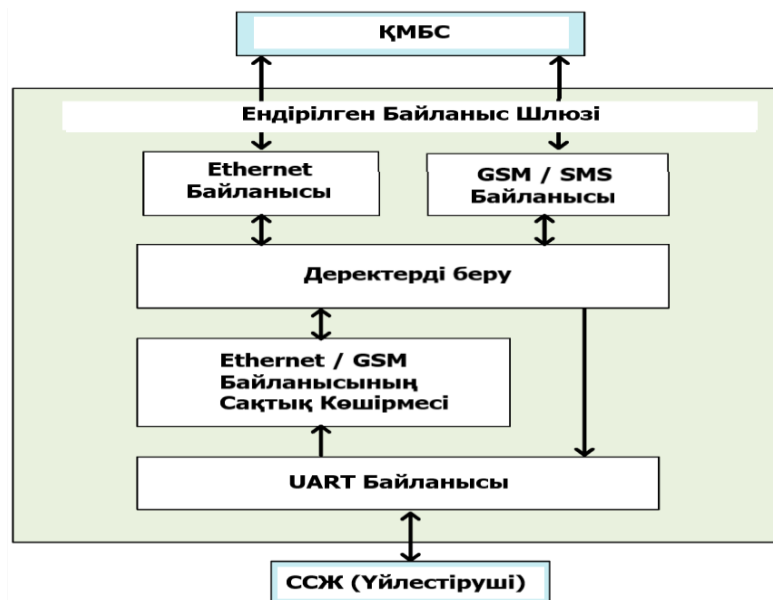
Сымсыз зондтау желілері деректерді UART арқылы бақылау серверіне жібереді. Сондықтан деректер пакеттерін серверге жіберуге мүмкіндік беретін шлюз мен ССЖ арасындағы байланыс функциясын іске асыруға болады.

2.1.4 Ethernet-тен GSM хабар алмасуға ауысуға арналған резервтік функция

Жоғарыда айтылғандай, шлюз Ethernet немесе GSM арқылы хабар алмасуы мүмкін. Қашықтағы сервер мен мақсатты аймақ арасында физикалық байланыс желісі (Ethernet) істен шыққан жағдайда, жүйе үздіксіз бақылауды қамтамасыз ету үшін автоматты түрде байланыс істен шығуын орындай алуы және GSM негізіндегі байланыс моделіне ауысуы керек.

2.1.5 Шлюз: Функционалды Дизайн

Функционалды талаптарды талдау негізінде біз 2.3-суретте көрсетілгендей автоматтандырылған сақтық көшірме мүмкіндіктері бар кіріктірілген байланыс шлюзін әзірледік. Функционалды дизайн бес модульден тұрады: Ethernet байланысы, GSM/SMS байланысы, UART байланысы, Ethernet/GSM байланысының сақтық көшірмесі және деректерді беру, олардың әрқайсысы төменде толығырақ қарастырылады.



2.3-сурет – Автоматты резервтеу мүмкіндігі бар кіріктірілген байланыс шлюзінің функционалды дизайны

1 Ethernet Байланысы:

Бұл шлюз мен қашықтықтан мониторинг және басқару сервері (ҚМБС) арасындағы негізгі байланыс интерфейсі. Оның функциясы Ethernet байланыс протоколдарына сәйкес шлюз мен сервер арасындағы деректерді беруді қамтамасыз ету болып табылады.

2 GSM / SMS байланысы:

Бұл шлюз мен ҚМБС арасындағы екінші байланыс интерфейсі. Оның функциясы GSM/SMS байланыс хаттамаларына сәйкес шлюз мен сервер арасындағы деректерді беруді қамтамасыз ету болып табылады.

3 UART байланысы:

Бұл шлюз мен ССЖ үйлестірушісі арасындағы деректерді беру интерфейсі. Оның негізгі функциясы басқару командалары мен сенсорлық деректерді беру болып табылады.

4 Ethernet / GSM байланысының сақтық көшірмесі:

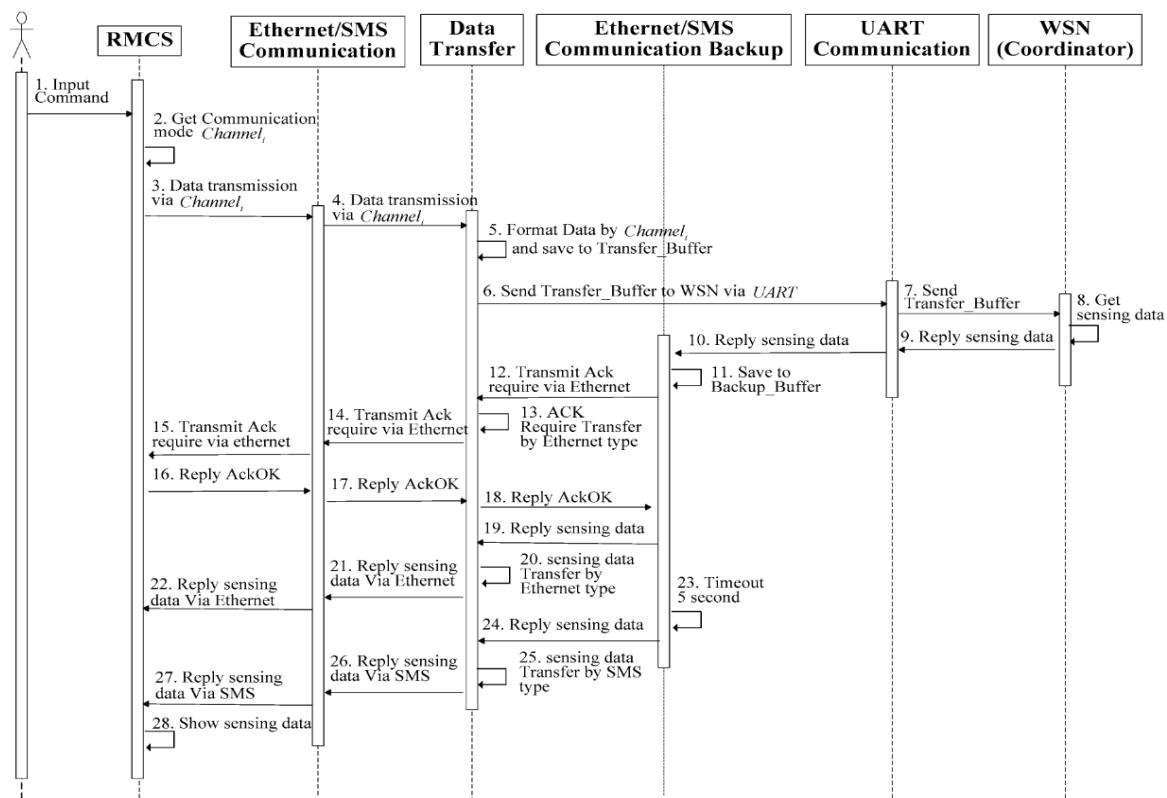
Бұл мүмкіндіктің мақсаты ҚМБС үшін байланыстың автоматты сақтық көшірмесін жасау. Егер Ethernet істен шықса, жүйе автоматты түрде GSM/SMS байланысына ауыса алады.

5 Деректер алмасу:

Бұл функцияның мақсаты деректерді тиісті байланыс әдісіне сәйкес келетін пакеттерге талдау және орау.

2.1.6 Жүйелік жұмыс процесі

Жүйе құрылымы мен функционалды дизайн аяқталғаннан кейін біз әр функцияның жұмыс процесін анықтауымыз қажет. Шлюздің жұмыс процесі суретте көрсетілген. 2.4-суретте және төменде егжей-тегжейлі сипатталған.



2.4-сурет – Автоматты резервтеу мүмкіндігі бар кіріктірілген байланыс шлюзінің жұмыс циклі

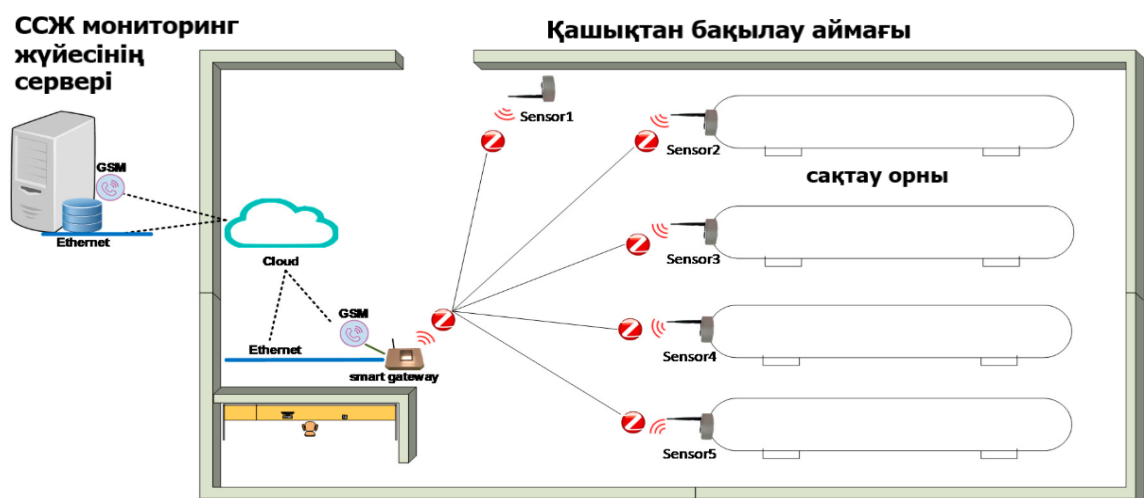
Кесте 2.2 – Шлюздің жұмыс процесі

1 қадам	Пайдаланушы сенсор деректерін жинау пәрменін енгізеді.
2-4 қадам	Жүйе деректерді қазіргі уақытта қолданыстағы байланыс әдісіне сәйкес шлюзге жібереді (Channel)
5 қадам	Деректерді беру модулі ҚМБС-тен деректерді талдайды және жинақтайды және оны Transfer_Buffer-ге сақтайды.
6-7 қадам	Transfer_Buffer ССЖ үйлестірушісіне UART арқылы беріледі.
8-10 қадам	ССЖ үйлестірушісі қашықтықтан зондтау деректерін UART арқылы резервтік механизмге жібереді.
11-12 қадам	Сақтық көшірме жүйесі деректерді Back_Buffer-ге сақтайды және сервермен байланысты тексеру үшін растау сигналын жібереді.

13-15 қадам	Деректер модулі Ask сигналын Ethernet пакетіне түрлендіреді және оны серверге жібереді.
16-18 қадам	Ask сигналын алғаннан кейін сервер AskOK хабарламасын резервтік жүйеге жібереді.
19-22 қадам	AskOK сигналын алғаннан кейін резервтік жүйе Back_Buffer-де сақталған деректерін жібереді.
23-28 қадам	Егер Ask сигналы берілгеннен кейін бес секунд ішінде AskOk алынбаса, резервтік механизм GSM/SMS арқылы байланысқа ауысады.

2.1.7 Жүйені енгізу

Бұл зерттеу әскери қоймаларға арналған ССЖ негізіндегі бақылау жүйесін құруға және бұл заттардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қымбат қаруды сақтау ортасының параметрлерін нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді. Жүйені іске асыру архитектурасы 2.5 - суретте көрсетілген. Шенгелді ауылында орналасқан әскери қойманың ССЖ бақылау жүйесінің серверін орнату негізгі мәселе болып табылады. Бұл аймақ салыстырмалы түрде шалғай және сирек қоныстанған, сондықтан байланыс желілерінің сигналдарын толығымен жабу мүмкін емес. Біз сымсыз сенсорлық желіні құру үшін ZigBee тарату технологиясын қолданамыз. Датчик 1 бөлмедегі қоршаған орта параметрлерін жинау үшін қоймаға кіре берісте орналастырылады; 2-5 датчиктер температураны, ылғалдылықты, қысымды және сақтау цистерналарының батарея қуатын GSM немесе Ethernet арқылы бақылау серверіне ақпарат беру арқылы сезімтал қарудың қауіпсіздігін қамтамасыз ету.



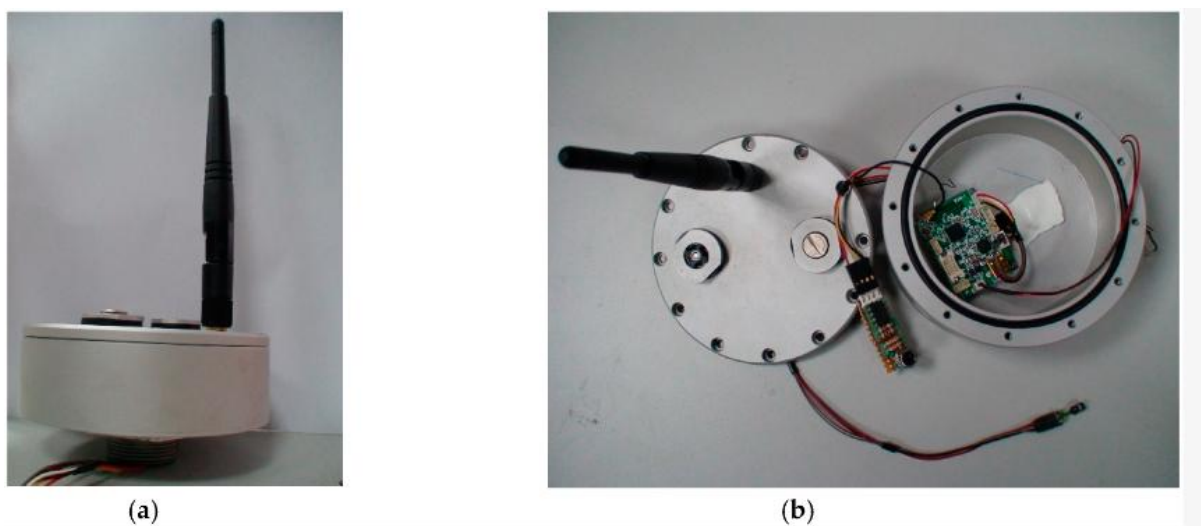
2.5-сурет – Жүйені іске асыру архитектурасы

ССЖ бақылау жүйесінің серверін құру. Шенгелді ауылындағы орналасқан әскери қойманың ССЖ бақылау жүйесінің серверін орнату үшін келесі аппараттық құрылғыларды қамтуы қажет: Microsoft IIS 10.0 веб-сервері және Microsoft SQL 2022 жүйелік дерекқор сервері, сондай-ақ қашықтағы смарт шлюз қайтаратын ақпаратты алу үшін тасымалдаудың екі түрі (Ethernet және GSM беру модульдері).

Әскери қоймада ССЖ жүйесін орнату. Аппараттық құралға интеллектуалды шлюз кірді (оның сыртқы және ішкі жағы көрсетілген 2.6-сурет және 2.7-сурет) және сымсыз сенсор түйіндері (1 және 2-5 датчиктер) 2.7-суретте көрсетілген. Датчик 1 үй ішіндегі қоршаған орта параметрлерін жинау үшін қойманың кіреберісіне орналастырылады; 2-5 датчиктер сезімтал қаруды қауіпсіз сақтау үшін датчиктер батареясының температурасы, ылғалдылығы, қысымы және қуаты туралы деректерді нақты уақыт режимінде жинай алады. Бұл жүйедегі датчиктер электромагниттік үйлесімділік сынағынан өтті (MIL-STD-461E RE102) [16], көліктік діріл сынағы (MIL-STD-810E) [17], жоғары температурада пайдалану сынағы (23-тен 60 ° C-қа дейін) және төмен температурада пайдалану сынағы (-10-дан 23-ке дейін ° C).



2.6-сурет – Ақылды шлюздің көрінісі



2.7-сурет – (а) сенсорлық түйіннің сыртқы жағы. (б) сенсорлық түйін құрылғысының ішкі жағы

Ақылды шлюз конфигурациясы: ARM9 DMA-24431-ді кіріктірілген шлюзді жобалау және әзірлеу платформасы ретінде қолдансақ болады.

Сенсорлық түйін конфигурациясы: MICRO TECH WAN-1 сенсорларын қолдансақ. Бұл түйіндер ССЖ-ден деректерді шағын USB порттары арқылы жинайды және жібереді[11].

Бағдарламалық жасақтама конфигурациясы:

1) Microsoft Visual Studio.NET 2015: бағдарламалау тілі ретінде C# көмегімен бақылау жүйесін жан-жақты дамыту үшін қолданылады.

2) Интернет-ақпараттық қызметтер, IIS, 10.0 нұсқасы: веб-сервер ретінде қолданылады.

3) Microsoft SQL 2022: жүйелік мәліметтер базасын жасау үшін қолданылады.

4) IAR бағдарламалық жасақтамасы: сымсыз сенсорлардың микробағдарламасын жасау үшін қолданылады.

2.2 Портативті спутниктік терминал және оның әскери операциялардағы рөлі

Әскери жүйелердегі ПСК - 100 портативті спутниктік байланыс кешенінің әскери операциялардағы негізгі мақсаты: мобильді бөлімшелердің байланысын жедел ұйымдастыруға арналған автономды, портативті спутниктік кешен. Ең қиын жағдайларда кез келген орналастыру нүктесінен деректерді беруді, бейне трансляцияны және телефон байланысын қамтамасыз етеді. Кешенді шұғыл ден қою қызметтері, жекелеген әскери бөлімшелер, төтенше жағдайлардың салдарын жоюға тартылған ұйымдар, сондай-ақ мұнайшылар, бұрғылаушылар бригадалары және т. б. пайдалана алады[18].

Кешеннің негізгі компоненттері соққыға төзімді, шаңнан қорғалған корпустағы портативті спутниктік терминал , жиналмалы жоғары беріктігі бар спутниктік антенна және қосымша жабдық болып табылады.

Кешеннің құрылымдық шешімі қосымша құралдарды пайдаланбай бірнеше минут ішінде бір адамның күшімен құрастыруға және қоршаған ортаның температурасы -30-дан +50 градусқа дейін болатын жерден байланыс орнатуға мүмкіндік береді[18].

Терминалға салынған жабдық ұйымдастыруға мүмкіндік береді:

- Телефон байланысы — корпоративтік телефон желісінің абоненттерімен де, жалпы пайдалану желісі арқылы қоңырау шалу мүмкіндігімен де

- LP протоколы бойынша деректерді беру — корпоративтік желі ішінде де, интернетке 2 Мбит/с дейінгі жылдамдықпен шығу мүмкіндігімен де

- Спутниктік арна арқылы бейне сигналды беру-сымды бейнекамерадан немесе терминалға тікелей қосылған бейнебақылау камерасынан.

- Сымсыз бейнекамерадан 3 километрге дейінгі радиуста бейне сигналды қабылдау және оны спутниктік арна арқылы тарату.

- Спутниктік арнадан кірістірілген және / немесе сыртқы дисплейге көрсетілетін бейне сигналды қабылдау.

- Қамту радиусы 200 метрге дейін WiFi сымсыз желісін ұйымдастыру.

Кешенде "қызмет көрсету сапасын бақылау тетігі" қолдауы іске асырылды, соның арқасында деректерді берумен бір мезгілде бейнеконференцбайланыс сеансын, Р-телефония жұмысын және өткізу қабілеттілігіне сыни кез келген басқа қосымшаларды ұйымдастыру мүмкін болады. Жабдық сонымен қатар қауіпсіз жеке желілерді ұйымдастыруға мүмкіндік береді[18].

2.2.1 Портативті спутниктік терминалдың техникалық сипаттамалары

Бұл жұмыста портативті спутниктік терминал зерттеліп, осы терминалдың сипаттамалары алынды:

- "L"диапазонындағы BUS/ LNB қосылымына арналған радиожилік порты;

- RJ-11 телефон порты;

- Ethernet порты 10/100 base T;

- Wi Fi антеннасын қосуға арналған радиожилік порты аудиовизуалды ақпаратты сымсыз беру жүйесінің антенналарын қосуға арналған екі порт (СОРОМ);

- Композиттік бейне-аудио кіріс;

- Композиттік бейне-аудио шығысы;

- Стационарлық бейнебақылау камерасын қосуға арналған порт;

- Бейне сигнал көздерін бақылауға және телеметрия ақпаратын көрсетуге арналған бейне монитор;

- Сыртқы қуат көзін қосуға арналған қосқыш;

- Антенна GPS;

- Жүйенің күйінің жарықдиодты индикаторлары;

- Бейне-аудио қосқыш қосқыштары.



2.9-сурет – Портативті спутник терминал

Қуаттану нұсқалары:

- Сыртқы тұрақты ток қуат көзі 5 сағатқа дейін батареяның қызмет ету мерзімін қамтамасыз ететін кіріктірілген қайта зарядталатын батарея (24-тен 32 В-қа дейін);

- 220В айнымалы токтың сыртқы қуат көзі (сыртқы адаптер арқылы).

Wi-Fi Қолдауы:

- IEEE 802.11 B / G;

- Деректерді берудің физикалық жылдамдығы: 54 Мбит/с дейін қамту радиусы: 200 метрге дейін;

- WEP, WPA/ WPA2, TCR, AES сияқты қауіпсіздік стандарттарын қолдау.

Бейнені қолдау:

- секундына 30 кадрға дейін, ажыратымдылығы 704 x 576 пиксельге дейін;

- Қысу Н. 2б 4;

- Бейне сигнал стандарты: PAL.



2.10-сурет – Портативті спутниктік кешен-100 байланысы

Zigbee технологиясының интеграциясы: байланысты оңтайландыру және энергия тиімділігі

ZigBee-дің мобильді спутниктік терминалдармен үйлесімділігі: Zigbee технологиясын PSK-100 құрамына біріктіру мобильді спутниктік терминалдармен толық үйлесімділікті қамтамасыз етуді талап етеді. Бұл Спутниктік жүйелерді пайдалану жағдайында байланысты оңтайландыруға мүмкіндік береді және технологияның дәйектілігін қамтамасыз етеді.

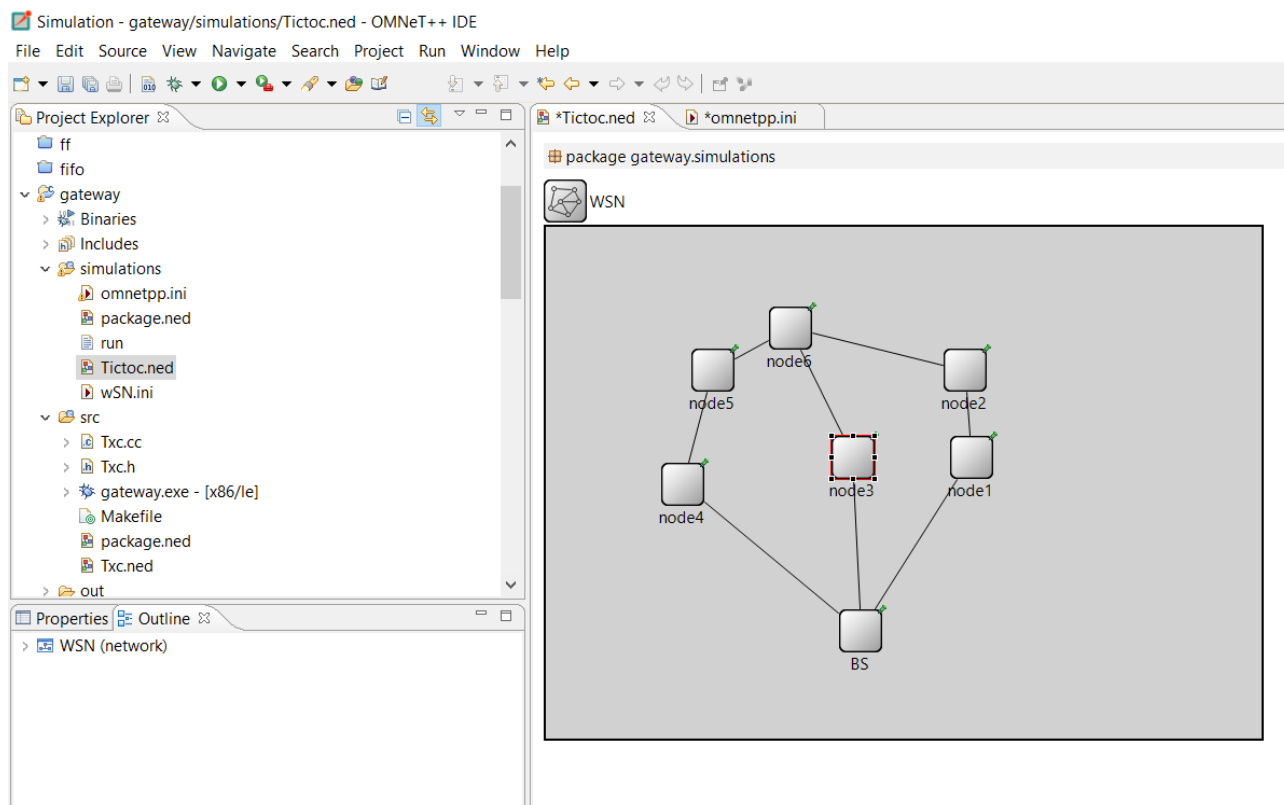
Энергия тиімділігі: ZigBee, төмен қуат тұтынуымен, PSK-100 энергия тиімділігін арттыруға айтарлықтай үлес қосады. Бұл батареяның ұзақ қызмет ету мерзімін қамтамасыз етеді және кешеннің ұтқырлығын арттырады[18].

3 Сымсыз сенсорлық желіні есептеу және модельдеу

3.1 ZigBee төмен қуат тұтынуымен, ПСК-100 энергия тиімділігін арттыруды OMNET++ бағдарламалық ортада модельдеу

OMNET++ графикалық редакторында Zigbee сымсыз сенсорлық желісі келесідей ұсынылған (А қосымшасында ССЖ сипаттайтын код бар):

- BS - базалық станция;
- Node - желі түйіні.



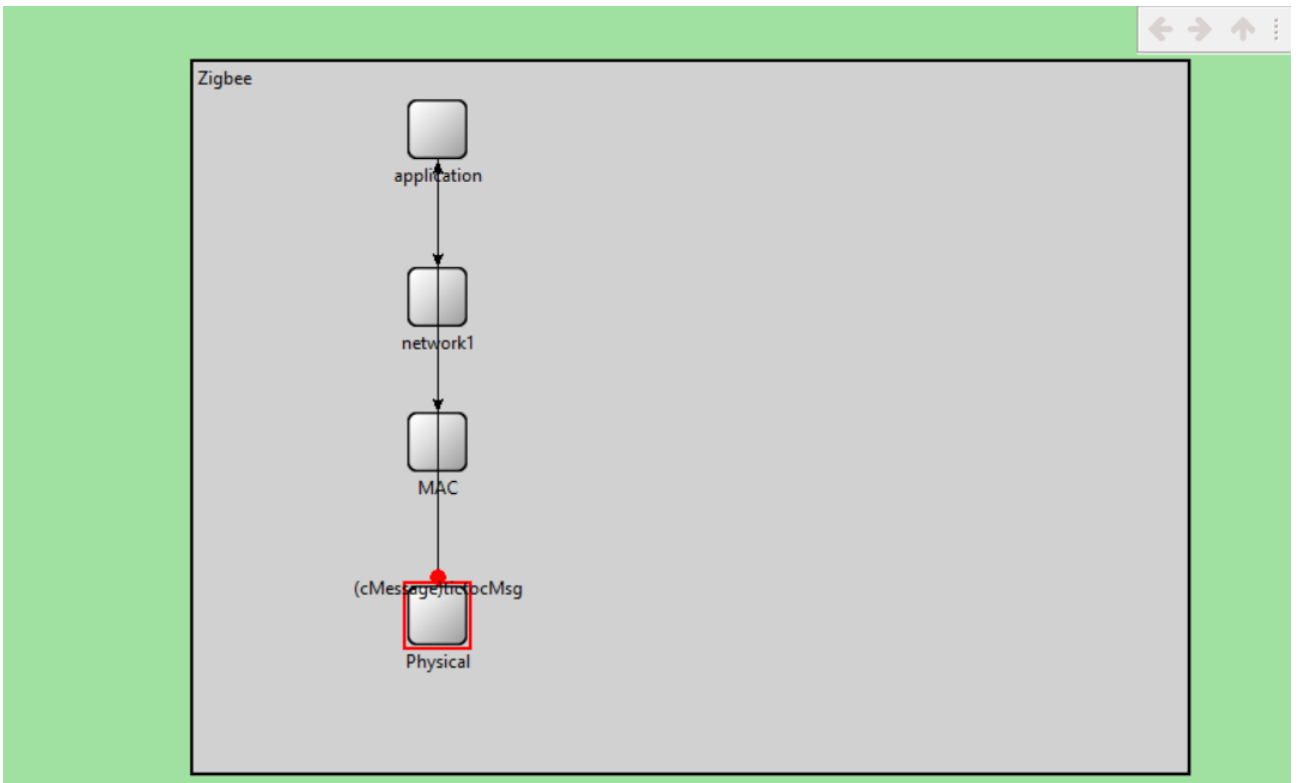
3.1-сурет – ССЖ құрылымы

Node-бұл элемент әр жұмыс станциясын сипаттайтын және оның параметрлерін реттейді, кейбір желідегі станцияларды анықтайды.

Келесі 3.2 – суретте Zigbee байланыс модулінің құрылымы көрсетілген.

Мұндағы:

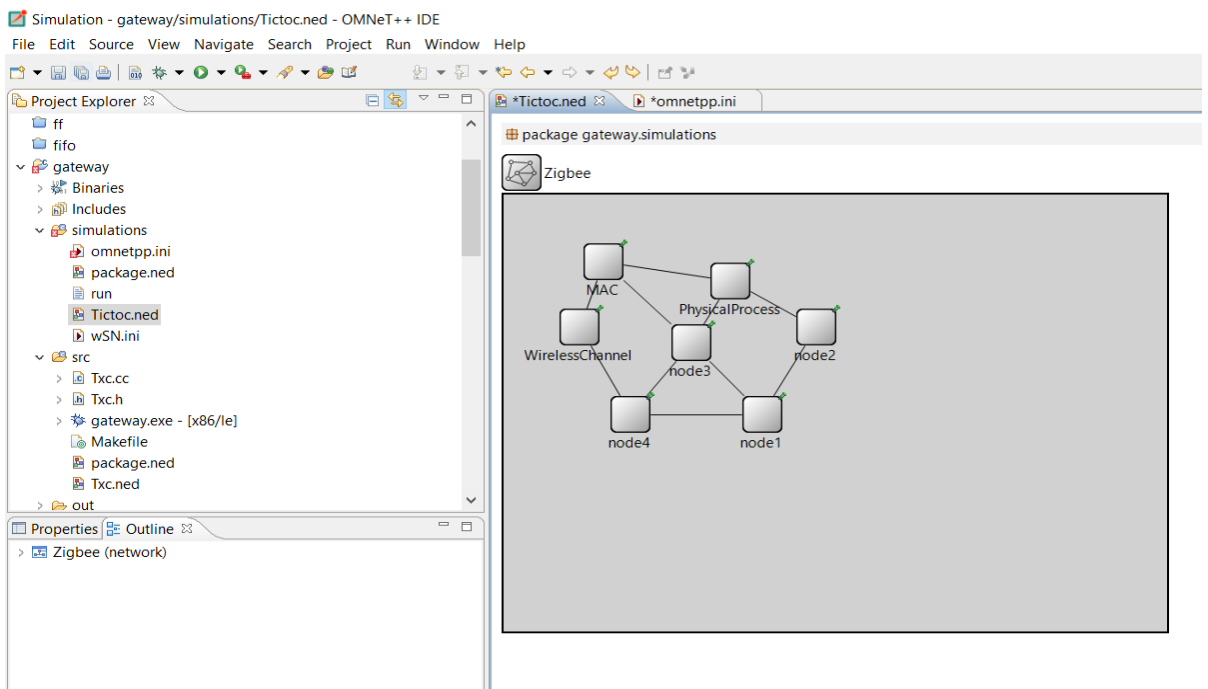
- application – қолдану функциясын орындайды;
- network1 – желі моделі;
- MAC (Medium Acces Control) - орташа қолдану басқару деңгейі;
- Physical – физикалық деңгей;
- c(Message)tictokMsg – желі хаттамасы.



3.2-сурет – Zigbee байланыс модулінің құрылымы

Желінің қателіктері кез-келген элементтің өзгеруіне немесе жойылуына байланысты туындауы мүмкін, желінің барлық элементтері маңызды болып табылады.

Графикалық режимде тор желі топологиясы келесідей болады



3.3-сурет – Тор желі топологиясы

Тор желі топологиясына келесі функциялар кіреді:

- WirelessChannel – сымсыз арна;
- PhysicalProcess – физикалық процесс.

Сымсыз желінің станциялардың әрқайсысының қуат тұтынуын қарастырайық.

Кесте 3.1 – Сағатына қуат тұтыну

node=1	24,991	node=4	24,632
node=2	24,565	node=5	24,631
node=3	24,5	node=6	24,632

Бір АА батареясының сыйымдылығы 2122 мАс. Демек, станцияда екі АА батареясын пайдаланған кезде максималды жұмыс уақыты (сағатпен) 3.1-кесте – сағатына қуат тұтыну көрсетілген.

3.2 Сымсыз сенсорлық желіні техникалық қамтамасыз ету

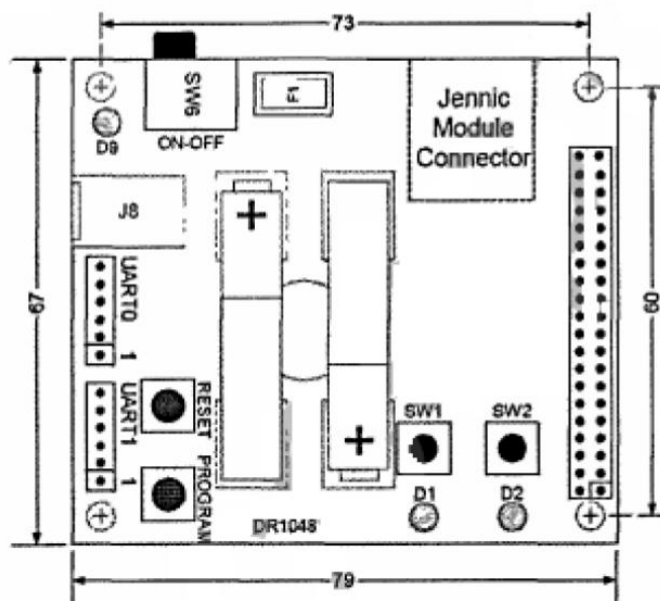
Дипломдық жұмыста сымсыз арна арқылы ақпарат беру үшін Jennic компаниясының Zigbee JN5139-Z01-M02 модульдері таңдалды, оларда реттелетін қуат күшейткіштері бар. JN5139 сымсыз сенсорлық желісін құру үшін jennic модульдері 802.15.4 және ZigBee стандарттары бойынша жұмыс істейтін қымбат, аз тұтынылатын сымсыз микроконтроллерлер болып табылады. Осы модульдердің арқасында тақтаның дизайнын қымбат және ұзақ уақыт әзірлеудің және тесттер жиынтығын жүргізудің қажеті жоқ. Модульдер jennic сымсыз микроконтроллерімен өзара әрекеттесуді жүзеге асырады. Jn5139, бұл жан-жақты жоғары өнімді шешім алуға мүмкіндік береді. Модульдердің аппараттық құралының 5 нұсқасы бар: aJN5139-xxx-M00 кіріктірілген антеннасы бар, JN5139-xxx-M01/M03 –антенна қосқышы, ал JN5139-XXX-M02/M04 – ұзақ қашықтықты қамтамасыз ету үшін күшейткіш. Опциялардың әрқайсысында Zigbee (JN5139-xxx-Z01/Муу) желілік протоколы бағдарламалануы мүмкін[8].

Ұзақ байланыс ауқымын қамтамасыз ету үшін модульдердің ерекшеліктері:

- 2.4 ГГц диапазоны;
- MAC-хаттамаларды аппараттық өңдеуші;
- байланыс қашықтығы 4 км-ге дейін;
- қабылдағыштың сезімталдығы -100 дБм;
- таратқыштың шығыс қуаты +19 дБм;
- модуль өлшемдері 18x41мм;
- өнеркәсіптік температура диапазоны -20-дан +70 С-қа дейін.

Модульдер DR1048 маршрутизаторының сенсорлық тақтасында температура, ылғалдылық, жарық датчиктері бар, UART0 және UART1

шығыстары бар, олар компьютерге кабель арқылы қосылады. TTL-232r-3V3 (3.6-сурет)[8].



3.4-сурет – DR1048 сенсорлық тақтасы

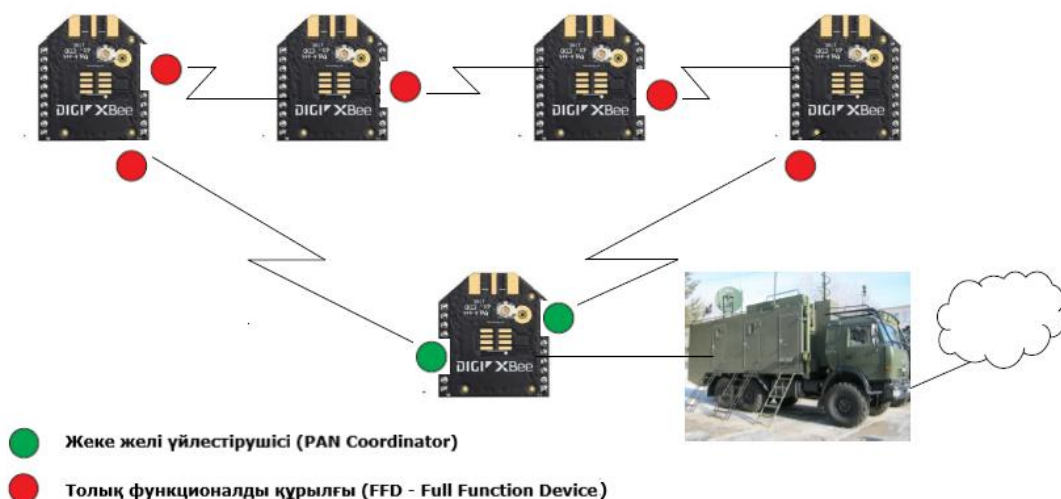
Jn5139 жөндеу жинағы IEEE802.15.4/Jen Net Evaluation Kit сымсыз микроконтроллердің JN5139 негізіндегі сымсыз қосылым қолданбаларын жылдам әзірлеу үшін толық ортаны қамтамасыз етеді. Желінің бес түйіні, бағдарламалық жасақтама жасаушы жиынтығы, тестілеу бағдарламалары және мысалдары бар өнімді әзірлеуге қажетті барлық аппараттық және бағдарламалық жасақтама кіреді. Кітапханалар IEEE 802.15.4 және Jennet желілер қабатымен қамтамасыз етілген, жұлдыз топологияларды қолдайды, 1000 түйінге дейін сызықтық ағаш және сенімді байланыс үшін желінің функционалдығын өзін-өзі қалпына келтіруді қамтамасыз етеді[8].

Жиынтықта желі үйлестірушісі ретінде әрекет ететін бір контроллер тақтасы және төрт бағытталатын сенсорлық тақта бар. Әр тақтада сілтеме модулінде жасалған JN5139 чипі бар[8].

3.3 Сымсыз сенсорлық желі архитектурасын практикалық енгізу

Сымсыз сенсорлық желіні енгізу үшін командалық штаб машинасы таңдалды. КШМ желіге қол жеткізуге арналған, яғни КШМ көмегімен ССЖ деректері басқару орталығына жіберіледі. КШМ құрамына SP2 Pro спутниктік байланыс жабдығы, үй антенналары кіреді. Яғни, ССЖ-дан басқару орталығына деректер спутниктік байланыс арқылы жіберіледі, өйткені күрделі соғыс жағдайында байланыстың ең жедел ұйымы. Арнаның кідірісі 600-800 мс, арнаның жылдамдығы 4 Мбит/с, қабылдауға 8 Мбит/с беру.

SE2Pro желіге кіру үшін 4 интернет портына ие. Олардың екеуі деректерді беру үшін, екеуі телефония үшін қолданылады. Әрі қарай, SE2Pro-дан деректерді берудің бір порты әуе-ғарыш күштері ұйымдастыру үшін қолданылады, әуе-ғарыш күштері үшін бөлек тасымалдаушы бөлінеді, мысалы, 1Мбит/с беру, екінші деректер порты Microtik қосылады оның 8 порты бар. Интернет желісіне қол жеткізу және деректерді беруді ұйымдастыру үшін Microtik және жеке Vlan-да бөлек порт бөлінеді. Сымсыз сенсорлық желі үшін бөлек порт пен Vlan да ерекшеленеді. ССЖ жылдамдық беру үшін 512кбит/с . Желі үйлестірушісі КШМ-де орнатылады және Microtik-қа қосылады. Бұдан әрі барлық мәліметтер радио модульдерден кординаторға келіп, желіге шығады. Радио модульдер тор топологиясы бойынша қосылады. Тор топологиясы ұзақ маршрутты түйіндер арасындағы бөлу арқылы деректерді ұзақ қашықтыққа жіберуге мүмкіндік береді. Бұл топологияның ерекшелігі-икемділік пен бейімделу. Бір радио модульдың істен шығуы кезінде жүйе ағымдағы жағдайға қайта құрылып, жұмысын жалғастырады (3.5-сурет).

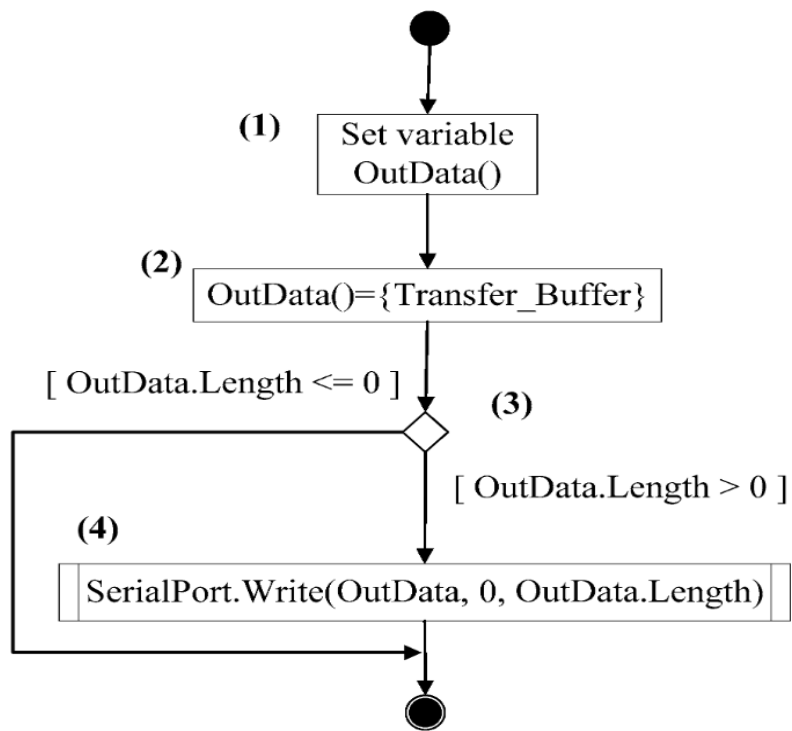


3.5-сурет – Әскери байланысқа арналған ССЖ құрылымдық схемасы

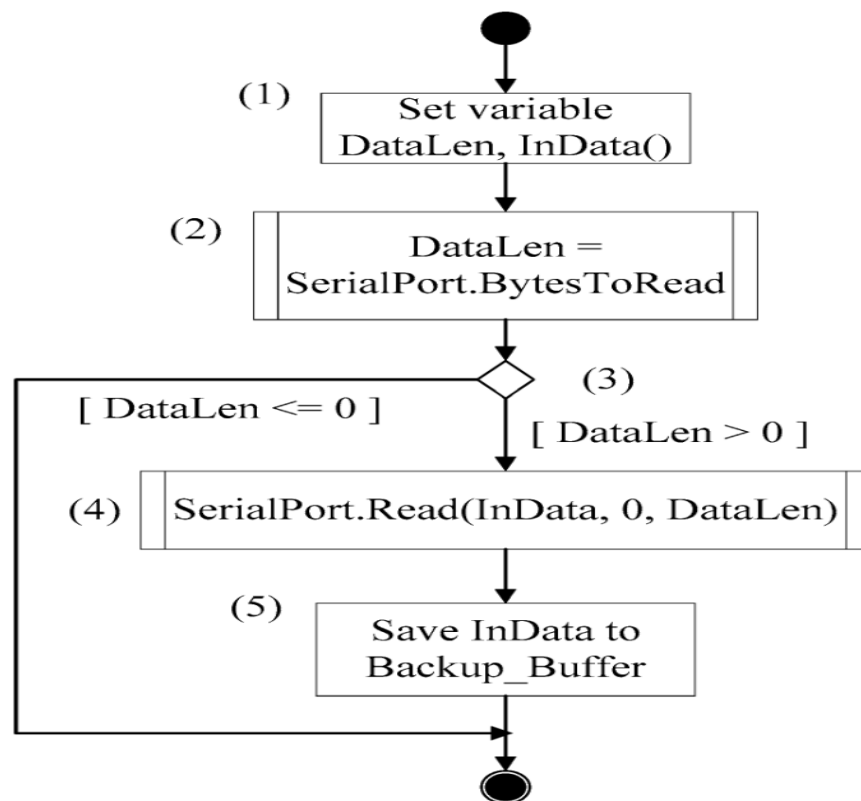
3.4 Matlab бағдарламасы арқылы Zigbee негізіндегі мониторинг және басқару жүйелеріне арналған функционалдық модульдерді жобалау

3.4.1 ZigBee Coordinator байланысы

ZigBee Coordinator байланыс модулі төменде толығырақ сипатталған 3.6-суретте және 3.7-суретте көрсетілгендей жіберу және қабылдау функцияларына бөлінеді:



3.6-сурет – ZigBee Coordinator байланысын "жіберу" функциясы



3.7-сурет – ZigBee Coordinator "қабылдау" функциясы.

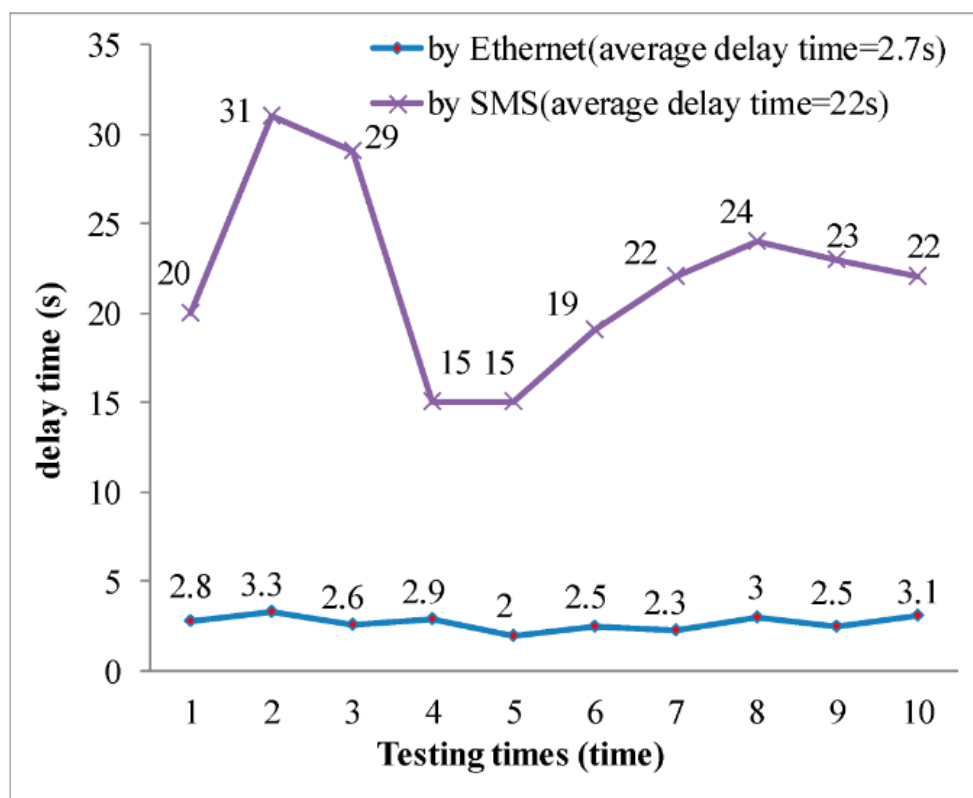
Кесте 3.2 – ZigBee Coordinator байланысын "жіберу" процесі

1 қадам	Айнымалыны орнатыңыз.
2 қадам	Деректерді беру модулінен (Transfer_Buffer) OutData-ға уақытша сақтаңыз.
3 қадам	Out Data.Length Анықтаңыз. Егер Routedata.Length > 0, Бұл сериялық портта деректер бар екенін және жұмыс процесі 4-қадамға өтетінін білдіреді. Егер OutData.Length = 0, жұмыс процесі аяқталады.
4 қадам	OutData-ны сериялық порт арқылы ССЖ үйлестірушісіне жіберіңіз.

Кесте 3.3 – ZigBee Coordinator "алу" процесі

1 қадам	Айнымалыны орнатыңыз.
2 қадам	Сериялық порт деректерінің ұзындығын есептеп, оны DataLen-ге сақтаңыз.
3 қадам	DataLen өлшемін есептеңіз. Егер DataLen > 0 болса, бұл сериялық портта деректер бар екенін және жұмыс процесі 4-қадамға өтетінін білдіреді. Егер datalen ≤ 0 болса, жұмыс процесі аяқталады.
4 қадам	Сериялық порт деректерін InData-ға сақтаңыз.
5 қадам	InData-ны байланыстың сақтық көшірме жүйесінде сақтаңыз (BackupBuffer).

Ethernet және GSM/SMS көмегімен сенсорлық деректерді берудегі кідірістерді салыстыру болды. Тестілеу процесі келесідей болды: (1) сенсорлық деректерді жинауға арналған пайдаланушы командасының сервері. (2) Сервер деректерді беру пәрменін береді. (3) деректер Ethernet/GSM арқылы шлюзге жіберіледі. (4) Шлюз жүйесі команданы алады. (5) ССЖ сенсорлық деректерді жинауға бұйрық береді. (6) Шлюз ССЖ-ден деректерді (20 байт) алады. (7) деректер Ethernet/GSM арқылы серверге жіберіледі. (8) Сервер деректерді алады және көрсетеді. Ethernet арқылы деректерді беру және қабылдау кезінде 2,7 с кідіріс байқалды, алайда SMS-тің орташа кідіріс уақыты 22 секундты құрады. Ethernet немесе SMS арқылы байланыстың кешігу уақытын тексеру нәтижелері 3.8-суретте көрсетілген.



3.8-сурет – Ethernet арқылы SMS жіберудің кешігу уақытын тексеру нәтижелері.

3.5 Zigbee құрылғыларының қуат шығынын есептеу

Деректерді беру кезінде тұтынылатын қуат деректер пакетінің көлеміне тікелей байланысты. Jn5139-Z01-M02 үшін тарату тогын өндіруші көрсетеді және 26,9 мА құрайды. батареяны пайдалану кезінде қуат тұтынудың мәні 3В, тасымалдау кезінде болады

$$P = UI = 3 \cdot 26,9 \cdot 10^{-3} = 80,7\text{мВт} \quad (3.1)$$

"Ұйқы" режимі кезінде ZigBee құрылғыларының тұтыну тогы 0,5 мкА құрайды, егер батареяда 3 В пайдалану болса, "ұйқы" режимі кезінде қуат тұтыну өзгереді.

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

Jn5139-Z01-M02 -де қолданылатын антенна-бұл 2,2 ДБ күшейту коэффициенті бар ширек толқын. Формуладан натурал сандарда сигналды беру және қабылдау кезінде антеннаның күшеюін табамыз.

$$G = 10^{\frac{G_{\text{дд}}}{10}} = 10^{\frac{2,2}{10}} = 1,667 \quad (3.2)$$

Қабылдағыштың сезімталдығынң минималды кіріс сигналың декодтауға болады. JN5139-Z01-M02 қабылдағыштың сезімталдығы -95 дБм. Ватттағы мәнді табу үшін формуланы қолданамыз.

$$Pr = \frac{10^{P_{дБм}}}{1000} = 3,1623 \cdot 10^{-13} \text{Вт.} \quad (3.3)$$

3.6 Zigbee желісін қабылдау және беру жолындағы шуды есептеу

Кез-келген деректерді беру үшін алынған сигнал әр түрлі бұрмаланулармен өзгертілген жіберілген сигналдан тұрады деген тұжырым әділетті, сондай-ақ бастапқы толқынмен оның таралу нүктесінен қабылдау нүктесіне таралуы кезінде өзара әрекеттесетін қосымша қажетсіз сигналдардан енгізіледі. Бұл қажетсіз сигналдар әдетте шу деп аталады. Шу байланыс жүйелерінің өнімділігін шектейтін негізгі фактор болып табылады.

Байланыс жүйелерінің өнімділігінің жоғарғы шегі жылу шуын анықтайды. Ол жиілік спектрі бойынша таратылады және тарату және қабылдау құрылғыларына, сондай-ақ электромагниттік сигнал беру ортасына әсер етеді.

Жылу шуының спектрлік тығыздығы жиілікке тәуелді емес, сондықтан кең жиілік диапазонында ақ шу ретінде қарастырылуы мүмкін. Жылу шуы жиілікке тәуелді емес, сондықтан шу қуатының арна еніне тығыздығы келесі формулада көрсетілген:

$$N = kTB[\text{Вт}] \quad (3.4)$$

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

T- Кельвиндегі абсолютті температура;

B - байланыс арнасының ені, Гц.

Децибел-ватты пайдаланып шу қуатының тығыздығын табу формуласын жазайық:

$$N = 10 \lg k + 10 \lg T + 10 \lg B. [\text{дБВт}] \quad (3.5)$$

Zigbee арнасының ені 5 МГц, біз шу қуатының тығыздығының мәнін табамыз, стандартты Zigbee байланыс арнасы үшін стандартты шарттары 298К, сондай-ақ төмен және жоғары температура жағдайында:

$$N = 10 \lg(1,38 \cdot 10^{-23}) + 10 \lg 298 + 10 \lg 5 \cdot 10^6 = -136,3[\text{дБВт}]$$

$$N = 10 \lg(1,38 \cdot 10^{-23}) + 10 \lg 323 + 10 \lg 5 \cdot 10^6 = -136[\text{дБВт}]$$

$$N = 10 \lg(1,38 \cdot 10^{-23}) + 10 \lg 223 + 10 \lg 5 \cdot 10^6 = -138[\text{дБВт}]$$

3.5.1 Көлеңкелеу моделі

Бос кеңістік моделі және екі сәулелі модель қысқа байланыс желілері үшін сигнал деңгейі мен таралуын сипаттауға ең қолайлы. Бірақ үлкен қашықтықта берілетін сигнал әр түрлі әсерлерге ұшырауы мүмкін, мысалы, алғашқы екі модель ескермейтін қатып қалу және көп жолақты таралу, сондықтан бұл жағдайда "көлеңкелеу" моделін қолданған жөн [19].

Бұл модель деректерді беру кезінде қоршаған орта факторын ескереді. Көру қиын аймақтарда орналасу, көптеген кедергілердің болуы радиосигналдың көп жолақты таралу проблемасын тудырады.

Zigbee жүйесінің байланыс арнасын үй ішінде, көріну қиын аймақта сипаттау кезінде радиосигналдың кеңеюіне тән екі аспектіні ескеру қажет:

а) ZigBee желісінің қамту аймағының өлшемдері ашық жерлерде таралу жағдайларына қарағанда әлдеқайда аз;

б) осы аймақта радиотолқындардың таралу шарттары әр түрлі.

Үй ішіндегі радио толқындарының таралуы негізінен келесі параметрлермен анықталады:

- ғимараттың орналасуы;
- құрылыс материалдарымен;
- ғимарат түрі.

Сигнал деңгейі антенналардың орналасуы байланысты болады, бөлмелердегі есіктердің жабық немесе ашық болуына байланысты. Бөлме ішінде көбінесе көптеген бөлімдер мен қабырғалар, әртүрлі заттар бар, мұның бәрі радио сигналының таралу мүмкіндігіне айтарлықтай әсер етеді.

Ғимараттардың ішіндегі қабырғалар мен бөлімдер көбінесе екі түрге бөлінеді:

- а) ғимарат құрылымының бөлігі болып табылатын "қатты" қабырғалар;
- б) "жұмсақ" қабырғалар-мүмкін болатын бөлімдер жылжыту.

"Көлеңкелеу" моделі екі бөліктен тұрады, модельдің бірінші бөлігі беріліс жолындағы шығындар моделі деп аталады және алынған қуаттың анықтамалық қашықтықтағы қуатқа қатысты орташа мәнін болжайды.

$$\left[\frac{P_r(d)}{P_r(d_0)} \right]_{\text{дБ}} = -10\beta \cdot \log \left(\frac{d}{d_0} \right) \quad (3.6)$$

мұндағы β - трактаттағы тұрақты шығындар және эксперименталды түрде анықталған.

Тұрақты шығын мәні β сыртқы ортаға байланысты, көріну қиын аймақтар үшін максималды мәнге ие және 4-тен 6-ға дейін таңдалады. 2-ге тең ең кіші мән кедергісіз аймақ үшін тұрақты шығынға ие (3.4-кесте).

3.4-кесте – Тұрақты шығын мәндері

Сыртқы орта		β (тұрақты шығындар)
Ашық аймақ	Кедергісіз	2
	Салынған қалалық	2,7-5
Жабық бөлме	Көру сызығы	1,6-1,8
	Қиын	4-6

Тұрақты мәні 4-тен 6-ға дейін болатын берілісі қиын жабық бөлмеде алынған қуаттың мәнін есептейміз.

Электр қосалқы станциясындағы жабдықтың орналасқан жеріне байланысты Zigbee датчиктерінің орналасуында беріліс жолының сапасын бағалау үшін біз қиын және көру сызығы бар аймақтар үшін әр түрлі қашықтықтағы анықтамалық қашықтықтағы қуат пен қуат қатынасының мәндерін есептейміз. Алынған мәндер 3.4-кестеде келтірілген.

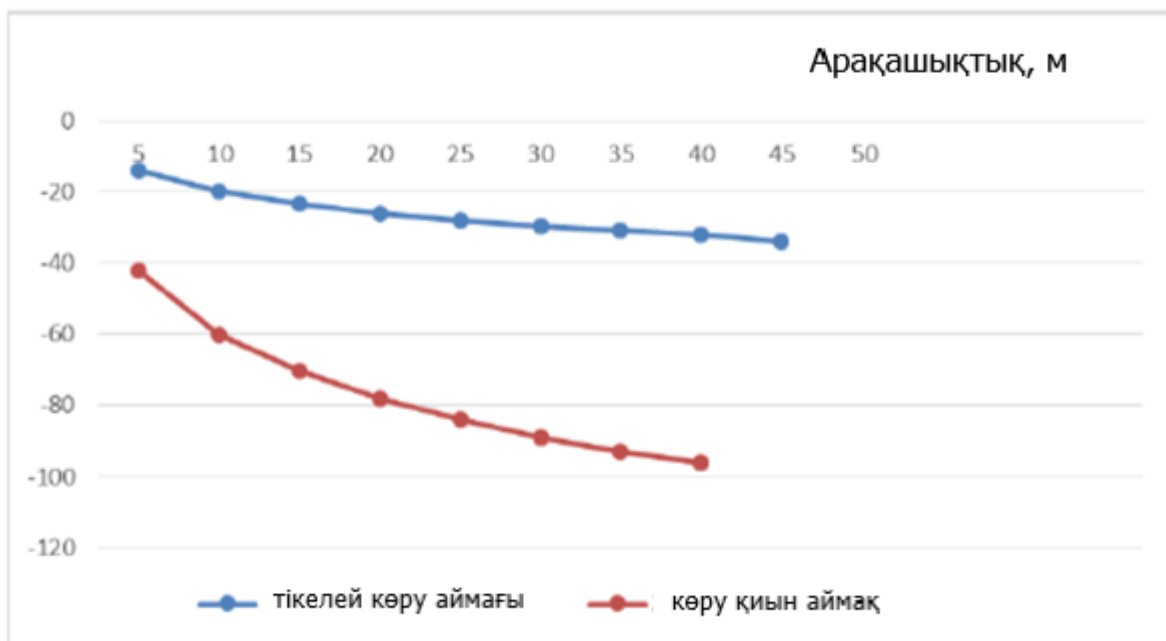
Тікелей және көріну қиын аймақта деректерді беру орталық үйлестірушіге деректерді алуға болатын ғимараттарындағы Zigbee желілерін пайдалану кезінде мүмкін болады. Есептелген мәндер 3.5-кестеде келтірілген.

Қабылданған қуаттың қуатқа қатынасының есептелген мәндері бойынша эталондық қашықтықта осы көрсеткіштің қашықтыққа тәуелділігі графигі салынды (3.9-сурет).

3.5 кесте – Есептеу нәтижелері

Таратқыш пен желі қабылдағышының арасындағы қашықтық ZigBee, d (м)	Мәні, $\left[\frac{P_r(d)}{P_r(d_0)} \right]_{дБ}$ дБ (берілу қиын жабық бөлме)	Значение дБ $\left[\frac{P_r(d)}{P_r(d_0)} \right]_{дБ}$ дБ (тікелей көру аймағы бар жабық бөлме)
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

3.9-суреттегі графиктен көріп отырғаныңыздай, қабылданған қуаттың қуатқа қатынасы көру қабілеті қиын аймақ үшін анықтамалық қашықтық көру сызығына қарағанда маңыздырақ. Көріну қиын аймақ үшін бұл мән 40 м қашықтықта -90 дБм, ал үшін жалпы аймақтар өткізгіштік бұл мән -30 дБм құрады.



3.9-сурет – Қабылданған қуаттың анықтамалық қашықтықтағы қуатқа қатынасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды зерттеу жүргізілді. Бұл жұмыстың бірінші бөлімінде Zigbee технологиясының негізгі принциптері, әскери жүйелерде сымсыз технологияларды қолдануы және артықшылығы мен кемшіліктері қарастырылды.

Екінші бөлімінде ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын енгізудің негізгі алғышарттары: Шенгелді ауылындағы әскери бөлімшегемониторинг және басқару жүйелері орнату мен портативті спутниктік терминал зерттелді.

Практикалық іске асыру үшін Matlab бағдарламасы арқылы Zigbee негізіндегі мониторинг және басқару жүйелеріне арналған функционалдық модульдерді жобаланып, PSK-100 энергия тиімділігін арттыруды OMNET++ бағдарламалық ортада моделі жүзеге асырылды.

Есептік бөлімде Zigbee Jn5139-Z01-M02 құрылғысының қуат шығының, қабылдау және беру жолындағы шу есептелінді. Байланыс ауқымын есептеу үшін "көлеңкелеу" моделі таңдалды, ол әр түрлі эффектілерді ескереді, мысалы, қатып қалу және көп жолақты таралу және т.б.

Қорыта келе, Zigbee технологияларын Қазақстан Республикасының Әскери жүйелерінде қолдануды зерттеу олардың елдің қорғаныс қабілетін жақсарту және әскери саланың қазіргі заманауи дамуы үшін маңыздылығын көрсетеді. Әскери жүйелерді оңтайландыру және елді қорғау деңгейін арттыру мақсатында осы тақырыпты одан әрі зерделеу ұсынылады.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Технология передачи данных ZigBee – тема научной статьи по электротехнике, электронной технике, информационным технологиям читайте бесплатно текст научно-исследовательской работы в электронной библиотеке КиберЛенинка (cyberleninka.ru).

2 Koç, Y. Akıllı Bir Takip Sistemi İçin Kullanılan Zig-Bee Tabanlı Algılayıcı Ağın Topolojik Performans Karşılaştırmaları. *iErciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*; Türkiye. 2013, Volume 31, pp. 165–171. Available online: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/235975>.

3 Bhumika; Parmar, A.S. Performance Evaluation of Zig-Bee 802.15.4 WPAN in Logical Subnet in OPnet Modeler. In *Proceedings of the 2015 International Conference on Circuits, Power and Computing Technologies [ICCPCT-2015]*, Nagercoil, India, 19–20 March 2015.

4 Dargie, W. and Poellabauer, C., «Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice», John Wiley and Sons, 2010 ISBN 978-0-470-99765-9, pp. 168-183, 191-192

5 Беспроводные сенсорные сети в военно-тактических задачах – тема научной статьи по компьютерным и информационным наукам читайте бесплатно текст научно-исследовательской работы в электронной библиотеке КиберЛенинка (cyberleninka.ru)

6 Kushwaha, M., Amundson, I., Volgyesi, P., Aham-mad, P., Simon, G., Koutsoukos, X., Ledeczi, A., Sastry, S. 2008. Multi-modal target tracking using heterogeneous sensor networks. In: *Proc. of ICCCN*.

7 Alhmiedat, T., and Yang, S 2007. A Survey: Localization and Tracking Mobile Targets through Wireless Sensor Network, *PGNet International Conference*, ISBN: 1-9025-6016-7.

8 Meesookho, C., and Mitra, U. 2008. On energy-based acoustic source localization for sensor networks, *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 56, no. 1, pp. 365–377.

9 Capkun, S., Hubaux, J.P.: Secure positioning of wireless devices with application to sensornetworks. In: *Proceedings of IEEE INFOCOM (2005)*

10 Преимущества и недостатки беспроводной сети Zigbee – тема научной статьи по электротехнике, электронной технике, информационным технологиям читайте бесплатно текст научно-исследовательской работы в электронной библиотеке КиберЛенинка (cyberleninka.ru)

11 Lin, K.-F.; Lin, S.-S.; Hung, M.-H.; Kuo, C.-H.; Chen, P.-N. An Embedded Gateway with Communication Extension and Backup Capabilities for ZigBee-Based Monitoring and Control Systems. *Appl. Sci.* 2019, 9, 456.

12 Ju, Y.; Bai, Y.; Zhu, Y.C.; Wang, R.S.; Li, Y.K. Hybrid Wired and Wireless Sensor Networks Interconnection. *Appl. Mech. Mater.* 2013, 380–384, 2226–2230.

13 Maleki, J.; Sepehri, M.M.; Farvaresh, H.; Nayebi, A.; Sawhney, R. Multi-layer hybrid wired-cum-wireless sensor network design. *Int. J. Commun. Netw. Distrib. Syst.* 2012, 9, 286–310.

14 Wei, S.; David, S.; Moshe, L. A Robust Load Balancing and Routing Protocol for Intra-Car Hybrid Wired/Wireless Networks. IEEE Trans. Mob. Comput. 2018, 1.

15 Olarewaju, I.K.; Ayodele, O.E.; Michael, F.O.; Alaba, E.S.; Abiodun, R.O. Design and Construction of an Automatic Home Security System Based on GSM Technology and Embedded Microcontroller Unit. Am. J. Electr. Comput. Eng. 2017, 1, 25–32.

16 Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment; MIL-STD-461E RE102; Technical Report; US Department of Defense: Washington, DC, USA, 20 August 1999.

17 Environmental Test Methods and Engineering Guidelines; MIL-STD-810E; Technical Report; US Department of Defense: Washington, DC, USA, 14 July 1989.

18 ПСК 100 pres (6).pdf (astel.kz).

19 Двухлучевая модель распространения сверхширокополосного радиосигнала – тема научной статьи по физике читайте бесплатно текст научно-исследовательской работы в электронной библиотеке КиберЛенинка (cyberleninka.ru).

СЫН ПІКІР

дипломдық жұмысқа
Джангазұлы Алдияр

6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: «ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды
зерттеу»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 29 парақ;
б) түсініктеме 47 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Зерттеу жұмысы өзектілігінде Zigbee технологиясының негізгі принциптері, оның әскери мақсаттарда қолданылуы, сондай-ақ осы технологияны Қазақстан Республикасының қолданыстағы әскери инфрақұрылымына интеграциялау мүмкіндіктері қаралатын болады. Әскери жүйелердегі Шенгелді ауылындағы әскери бөлімшеге мониторинг және бақылау орнатуға, портативті спутниктік терминал және оның әскери операциялардағы тиімділігін бағалауға ерекше назар аударылатын болады.

Осы мақсатқа жету үшін сымсыз сенсорлық желіні модельдеу Matlab бағдарламасы арқылы Zigbee негізіндегі мониторинг және басқару жүйелеріне арналған функционалдық модульдерді жобалау және PSK-100 энергия тиімділігін арттыруды OMNET++ бағдарламалық ортада модельдеуден шыққан мәндерді шығының есептеу арқылы жүзеге асатын болады.


Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған. Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер. Жұмыста грамматикалық қателер кездеседі. Ескерту ретінде, UART арқылы Zigbee үйлестірушісімен байланысу мүмкіндігі толық қарастырылмаған.

Студент Джангазұлы Алдияр дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс "98/A+/ өте жақсы" деп бағаланды, ал студент ал Джангазұлы Алдияр 6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасының "Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар" саласының бакалавры дәрежесіне сай деп санаймын.

Рецензент

ҚазҰАЗУ, доктор PhD.,

қауымд. профессоры


«ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРОАРЛЫҚ
ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ
Әлібек ЦБ
« 20 » 05 2024 ж.
«ИНЖЕНЕРЛІК-ТЕХНИКАЛЫҚ»
ФАКУЛЬТЕТІ

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

дипломдық жұмысқа

Джангазұлы Алдияр

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: «ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды зерттеу»

Бұл дипломдық жұмыста ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды зерттеу қарастырылды.

Қазіргі заманғы әскери қақтығыстар тиімді және қауіпсіз болуы үшін технологиялар үнемі жетілдіріліп отыруы керек. Соңғы онжылдықтарда сымсыз байланыстың дамуымен Zigbee технологиялары әскери басқару жүйелеріндегі байланыс пен бақылауды жақсартудың шешімі ретінде назар аударды.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасының (ҚР) Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды талдауға арналған. Бұл дипломдық жобада Zigbee технологиясының негізгі принциптері, Шенгелді ауылында мониторинг және бақылау жүйесінің енгізу және де қазақстандық әскери жүйелерде PSK-100 Zigbee пайдалана отырып, байланысты жылдам өрістету технологиясын пайдалану мүмкіндіктерін бағалауға бағытталған.

Практикалық іске асыру үшін Matlab бағдарламасы арқылы Zigbee негізіндегі мониторинг және басқару жүйелеріне арналған функционалдық модульдерді жобаланып, PSK-100 энергия тиімділігін арттыруды OMNET++ бағдарламалық ортада моделі жүзеге асырылды.

Есептік бөлімде Zigbee Jn5139-Z01-M02 құрылғысының қуат шығының, қабылдау және беру жолындағы шу есептелінді. Байланыс ауқымын есептеу үшін "көлеңкелеу" моделі таңдалды, ол әр түрлі эффектілерді ескереді, мысалы, қатып қалу және көп жолақты таралу және т.б. есептелген.

Студент Джангазұлы Алдияр дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс "95/A+/ өте жақсы" деп бағаланды, ал студент ал Джангазұлы Алдияр 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасының "Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар" саласының бакалавры дәрежесіне сай деп санаймын.

Ғылыми жетекші

ЭТЖТ каф. қауымд. профессоры

PhD.

К.Н.Тайсариева

«20» 05 2024 ж.



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

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

Автор: Жангазұлы Алдияр

Тақырыбы: ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды зерттеу

Жетекшісі: Кырмызы Тайсариева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 7.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.7

Дәйексөз (35): 0.8

Әріптерді ауыстыру: 8

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 1

Ақ белгілер: 14

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

28.05.2024
Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Джангазулы Алдияр

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды зерттеу

Научный руководитель: Кырмызы Тайсариева

Коэффициент Подобия 1: 7.5

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 1

Знаки из здругих алфавитов: 8

Интервалы: 0

Белые Знаки: 14

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

28.05.2024.
Дата

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Джангазұлы Алдияр

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ҚР Әскери жүйелерінде Zigbee технологияларын қолдануды зерттеу

Научный руководитель: Кырмызы Тайсариева

Коэффициент Подобия 1: 7.5

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 8

Интервалы: 0

Белые Знаки: 14

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

28.05.2024
Дата


Мармечев С.
проверяющий эксперт