ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Телекоммуникациялық желілер және жүйелер **кафедрасы**

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., профессор Байкенов А.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «____» _____20___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: MANET және Wi-Fi Mesh жиілік-рендегі мәліметтер алмасын жетілдіру механизмдерінің аналитикалық және имитациялық моделін құрастыру

5В071900–Радиотехника,электроника және телекоммуникациялар **мамандығы бойынша**

Орындаған Жұмаділ Мұхтар Сейсенжанұлы ИКТТк(РЭТ)-14-1
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Чежимбаева Қ.С. т.ғ.к., доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қолы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:
аға оқытушы Қасымова Р.Т.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «16» мамыр 2018ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
аға оқытушы Бекмұратова А.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «16» 04 2018ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
т.ғ.к., доцент Чежимбаева Қ.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «21» 05 2018ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: т.ғ.к., доцент Чежимбаева Қ.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «21» 05 2018ж.
(қолы)

Пікір жазушы: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «____» _____20___ж.
(қолы)

Алматы 2018

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Ғарыштық инженерия және телекоммуникациялар институты
Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Телекоммуникациялық желілер және жүйелер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Жұмаділ Айым Сейсенғалиқызы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы MANET және Wi-Fi желілеріндегі мәліметтер ағынын жеткізу механизмдерінің анализдік және имитациялық модельдерін тұрғызу

ректордың «23» қазан 2017 ж. № 155 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «25» 05 2018 ж.

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

Арақашықтық $R_0 = 0,2$ км;
Жиілік диапазоны 2,4 – 2,483 ГГц
$C = 3 \cdot 10^8$ м/с
Антенна диаметрі 60 см
Антенна артықшылығы 38 дБ
Таратқыш қуаты 21 дБ
Орнаша қашықтық 10 км

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

Кіріспе
1. Өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз байланыс желілері
2. MANET және Wi-Fi Mesh технологиялары
3. Байланысты басқару механизмдерін зерттеу
4. Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі
5. Үнемділік жобасы
Қорытындылар
Әдебиеттер тізімі

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Кіріспе	12.01.18 - 20.01.18	орындалды
2	Өздігінен дайындаспалы - мәтін сөйлеуге байланыс жешімдері туралы теория	20.01.18 - 25.01.18	орындалды
3	MANET және Wi-Fi Mesh жешімдері арасындағы салыстыру	25.01.18 - 31.01.18	орындалды
4.	MANET және Wi-Fi Mesh жешімдері технологиялары	31.01.18 - 05.02.18	орындалды
5.	Маршрутизация хаттамалары	05.02.18 - 12.02.18	орындалды
6.	Байланысты басқару механизмдерін зерттеу	12.02.18 - 28.02.18	орындалды
7.	Аналитикалық моделін құрастыру	28.02.18 - 12.03.18	орындалды
8	Имитациялық моделін құрастыру	12.03.18 - 02.04.18	орындалды
9.	Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі	02.04.18 - 16.04.18	орындалды
10.	Қазіргі жоспар	16.04.18 - 30.04.18	орындалды
11	Қорытынды	30.04.18 - 21.05.18	орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «12» қаңтар 2017 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к., профессор Байкенов А.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ т.ғ.к., доцент Чежимбаева
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Жұмаділа А.С.
(қолы) (аты -жөні)

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі:

MANET - өздігінен ұйымдастырылатын модельдік желілер;
MANET желісінің архитектурасы;
Wi-Fi Mesh желісінің желілік топологиясы;
MANET желісінде қосылымдарды басқару;
MPR - ретрансляторлар;
Wi-Fi Mesh желісінде байланысты басқару механизмі;
Wi-Fi Mesh желілеріндегі маршрутизация; HWMP хаттамасы
NHDP хаттамасы; Аналитикалық модель;
Имитациялық модель нәтижелері;
Өміртіршілік қауіпсіздігі; Экономикалық бөлім.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Clausen T., Dearlove C., Dean J., Adjih C. Generalized Mobile Ad hoc Network (MANET) Packet/Message Format. IETF, 2009
2. А.И. Малков, Д.М. Островский, Е.М. Хорев. Аналитическое исследование качества соединений, открытых протоколом NHDP // Инф-ные процессы 2012. Т.12, N1
3. Арнабаев С. Өміртіршілік қауіпсіздігі, 2004
4. Базылов Қ.Б. Көліктің экономикасы. Алматы, 2011

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экон. бөлім	Басова Р.Т	16.04.18-30.04.18	
Өмір тіршілік қауіп. бөлім	Бекмуратова А.С	02.04-16.04.18	
ЕТБ	Чежимбаева Қ.С.	10.05-21.05.18	
монитор бақылаушы	Чежимбаева Қ.С.	10.05-21.05.18	
Тех. бөлім	Чежимбаева Қ.С.	12.01-25.05.18	

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз байланыс желілері, олардың тағайындалуы және маршруттау хаттамалары қарастырылған. MANET және Wi-Fi Mesh желілеріндегі мәліметтер ағынын жеткізу механизмдерінің аналитикалық және имитациялық модельдері тұрғызылды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде еңбек қауіпсіздігі мен электромагниттік толқындардың және шудың әсері қарастырылды, шу деңгейі есептелді.

Экономикалық бөлімде өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік MANET желісінің және Wi-Fi Mesh желісінің тиімділігі, өтелу мерзімі есептелді.

Аннотация

В данном дипломном проекте рассматриваются самоорганизующиеся беспроводные сети, их назначение и протоколы маршрутизации. Построены аналитические и имитационные модели механизмов доставки потоковых данных в сетях MANET и Wi-Fi Mesh.

В разделе безопасность жизни деятельности рассматривается охрана труда и влияние электромагнитных волн и шума, рассчитывается уровень шума.

В экономической части рассчитывается эффективность и срок возмещения самоорганизующихся мобильных сетей MANET и Wi-Fi Mesh.

Abstract

This diploma project considers self-organizing wireless networks, their purpose and routing protocols. Analytical and simulation models of streaming data delivery mechanisms in MANET and Wi-Fi Mesh networks are constructed.

In the safety of life part is considered labor protection and the impact of electromagnetic waves and noise, calculated noise level.

In the economic part calculates the efficiency and compensation period of self-organizing mobile networks MANET and Wi-Fi Mesh.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз байланыс желілері 9
1.1 Өздігінен ұйымдастырылатын көпсатылы сымсыз желілердің тағайындалуы 9
1.2 MANET желілері 10
1.3 IEEE 802.11s стандартының Wi-Fi Mesh желілері 14
2 MANET және Wi-Fi Mesh технологиялары 19
2.1 OLSR (OLSRv2) хаттамасымен басқарылатын, MANET желісіндегі қосылымдарды басқару 19
2.2 OLSR хаттамасының негізінде MANET желісіндегі маршрутизация. Желілік ақпараттың таралуы 20
2.3 Wi-Fi Mesh желісінде байланысты басқару механизмі. Көршілес станцияларды анықтау 22
2.4 Wi-Fi Mesh желілеріндегі маршрутизация. Маршрутизация протоколы 24
3 Есептеу бөлімі 26
3.1 Сымсыз байланыс желілірінің көрсеткіштерін есептеу 26
3.2 Байланысты басқару механизмдерін зерттеу 32
3.3 Байланысты басқару механизмінің тиімділік көрсеткіштері 33
3.4 Байланыс күйінің синхронизациясыз ББМ-нің моделі 35
3.5 Модельдің дәлдігін бағалау 42
4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі 43
4.1Еңбек жағдайын талдау 43
4.2 Электромагниттік толқындар 44
4.3 Электромагниттік сәулеленудің әсері 46
4.4 Шудың адам организіміне тигізетін әсері 48
4.5 Шу деңгейін есептеу. 48
4.6 Шудың адам организміне әсер етуінен қорғау шараларын жасау 53
4.7 Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі бойынша қорытынды 54
5 Кәсіпкерлік-жоспар 54
5.1 Түйін 54
5.2 Кәсіпкерлік- жоспардың мақсаты 54
5.3 Нарықты стратегиялық бағалау 56
5.4 Ықтимал тұтынушылар және сатып алушылар 56
5.5 Даму жоспары 57
5.6 Қаражат салымдарын есептеу 57
5.7 Экономикалық бөлімі бойынша қорытынды 64
Қорытынды 65
Қысқартулар тізбесі 66
Әдебиеттер тізімі 67
А қосымшасы 69
Б қосымша Плагиат туралы анықтама
В қосымша Дипломдық жұмыс электрондық нұсқасы және видеоматериалдар (CD-R)

Кіріспе

Қазіргі таңда сымсыз кеңжолақты байланыс желілерін әзірлеушілер мен зерттеушілерінің назарындағы мәселелердің бірі орталықтандырылмаған желілерді құру болды.

Орталықтандырылмаған желілер, немесе ad hoc классының желілері - бұл қажет болғанда, алдын-ала қолданыстағы инфрақұрылымсыз балама станциялардан құрылған желілер. Осындай желілерге үлкен сұраныс сымсыз желілер стандарттарында көрініс табады, мысалы Wi-Fi коммерциялық маркасы ретінде белгілі IEEE 802.11 стандартында.

Бұл стандартта ad hoc желілері біртипті құрылғылардан және әр станция қалған барлық станциялардың тікелей радиоқабылдау аймағында орналасқан үлестірілген басқаруды қолданады.

1997 жылы стандарттың бірінші нұсқасының жариялануынан кейін көптеген жаңа мәселелер орын алды, олар қозғалмалы станциялардың үздіксіз жұмыс істеуін және желінің қамту аймағын кеңейтуді талап етті.

Желінің қамту аймағын кеңейту дегеніміз, байланыс желісінің кейбір станциялары бір-бірінің радиоқабылдау аймағынан тыс орналасқан, сондықтан олардың арасында дестелерді жеткізу үшін, аралық станциялар арқылы дестелерді қайта жіберу қажет. Осылайша, желінің қамту аймағын кеңейту бірсатылы желіден көпсатылы желіге алып келеді. Көпсатылы желіде жылжымалы станциялар жұмысын қамтамасыз ететін технологиялар:

1) IEFT спецификациясы түрінде ұйымдастырылған мобильді ad hoc желілер технологиясы (MANET желілері);

2) IEEE 802.11s стандартының mesh желілер технологиясы (Wi-Fi Mesh желілері).

Осы спецификациялар көпсатылы мобильді желілерде мәліметтерді жіберуге мүмкіндік бергенімен, соңғы жылдары мультимедиялық трафик көлемінің күрт өсуі байқалады. Бұл зерттеушілер мен инженерлердің алдына жаңа мәселелер қояды, мәліметтерді жіберу ғана емес, сонымен қатар сапалы қызмет көрсетуді талап етеді.

Дипломдық жобаның мақсаты механизмдер тиімділігін бағалауға және оларды қызмет көрсету трафигінің сапасына қойылатын талаптарды қанағаттандыруға мүмкіндік беретін, MANET және Wi-Fi Mesh желілеріндегі мәліметтер ағынын жеткізу механизмдерінің аналитикалық және имитациялық модельдерін тұрғызу.

1 Өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз байланыс желілері

1.1 Өздігінен ұйымдастырылатын көпсатылы сымсыз желілердің тағайындалуы

Сымсыз кеңжолақты байланыс желілері мыңжылдықтың өзінде соңғы миль тапсырмасы және орталықтандырылмаған желілерді құру міндеті деп аталатын екі тапсырманың өзектілігі нәтижесінде қолдану аясын күрт кеңейтті.

Соңғы миль міндеті - түпкі пайдаланушылар үшін дәстүрлі сымды инфрақұрылымдық желі қызметтеріне қолжетімділікті ұйымдастыру болып табылады. Оны шешу үшін сымды желіге арнайы құрылғы - сымсыз байланыс арнасы арқылы түпкі пайдаланушылардың клиенттік станциялары қосылатын базалық станция немесе кіру нүктесі қосылады. Осы «клиент-сервер» архитектурасы шеңберінде ортаға қол жеткізу орталықтандырылған немесе таратылған әдістер арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Бірінші жағдайда, қол жеткізу нүктесі ортаға қолжетімділікті, соқтығысуды болдырмай (әртүрлі станциялардың дестелерінің бір мезгілде жіберілуі) бақылайды, бұған қоса қол жеткізу нүктесі болмаған жағдайда, клиенттік станциялар сымды желіге қосыла алмайды, оның монополиялық құқықтармен бөленуі тұтастай алғанда желінің сенімділігін төмендетпейді. Екінші жағдайда, ортаға қолжетімділік бәсекелестік негізінде жүзеге асырылады, және барлық клиенттік станциялар, сондай-ақ кіру нүктесінің өзі өз дестелерін беру құқығына бәсекелеседі.

Орталықсыздандырылған желілер немесе ad hoc класының желілері - қажет болған жағдайда, сымды инфрақұрылымсыз баламалы станциялардан құрылған өзін-өзі ұйымдастыру желілері. Осындай желілерді құру мәселесі - желіде, «клиент» станциялары ретінде әрекет ететін басқа құрылғылардан, бағыттағыш құрылғыны таңдап және оны «серверлік» өкілеттілік беру арқылы шешілуі мүмкін, бірақ бұл қолданыста ыңғайсыз. Соңғы миль мәселесіне қарағанда, клиент-сервердің архитектурасы табиғи болып табылатындықтан, орталықсыздандырылған желілерді құру мәселесін шешуде станцияларға «клиенттер» мен «серверлер» рөлдерінің жасанды тағайындалуы желінің сенімділігін төмендетеді. Шынында да, бұл құрылғы басқа станциялар жұмыс істей алмайтын кез келген функцияларды орындамағанына қарамастан, үйлестіруші құрылғының істен шығуы желі жұмысын тоқтатады. Сондықтан да орталықтандырылған желілерді құру мәселесін шешу кезінде арнаға қол жеткізу тек қана таратылған бақылау арқылы жүзеге асыру қажет.

Ad hoc класының желілерін құру кезінде клиент-сервер архитектурасынан бас тарту соңғы миль мәселесін шешуді және орталықсыздандырылған желілерді құру мәселесін шешуді айтарлықтай әртүрлі етеді, бұл IEEE 802 халықаралық комитеті әзірлеген IEEE 802.11, Wi-Fi сауда маркасымен белгілі, сымсыз локалды желі стандартында айқын көрінеді, стандартта желілердің екі түрі сипатталады: инфрақұрылымдық желілер және ad hoc желілер[1].

Инфрақұрылымдық желілер технологиясы (Wi-Fi Hotspot) бүкіл әлемде орналастырылған миллиондаған сымсыз кіру нүктелері үшін кеңінен танымал.

Сымды инфрақұрылымдық желіге сүйене отырып, кіру нүктелері, әдетте Интернет желісіне қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

IEEE 802.11 базалық стандартының шеңберінде инфрақұрылымды қажет етпейтін ad hoc желілері, әр станция барлық басқа станциялардың тікелей радиоқабылдау аймағында орналасқан тең дәрежелі байланыс желілері болып табылады. Дегенмен, стандарт бойынша жұмыс басталғаннан бастап осындай сымсыз желілерді қолданумен байланысты көптеген жаңа міндеттер пайда болды:

- үй, кеңсе және зауыт желілері;
- кампус желісі;
- коммуналдық және коммерциялық қоғамдық желілер;
- көлік тораптары желісі (автомобильдер, соңғы жылдары және әуе кемелері);
- төтенше жағдайлар аймағында қолданылатын желілер;
- Әскери желілер.

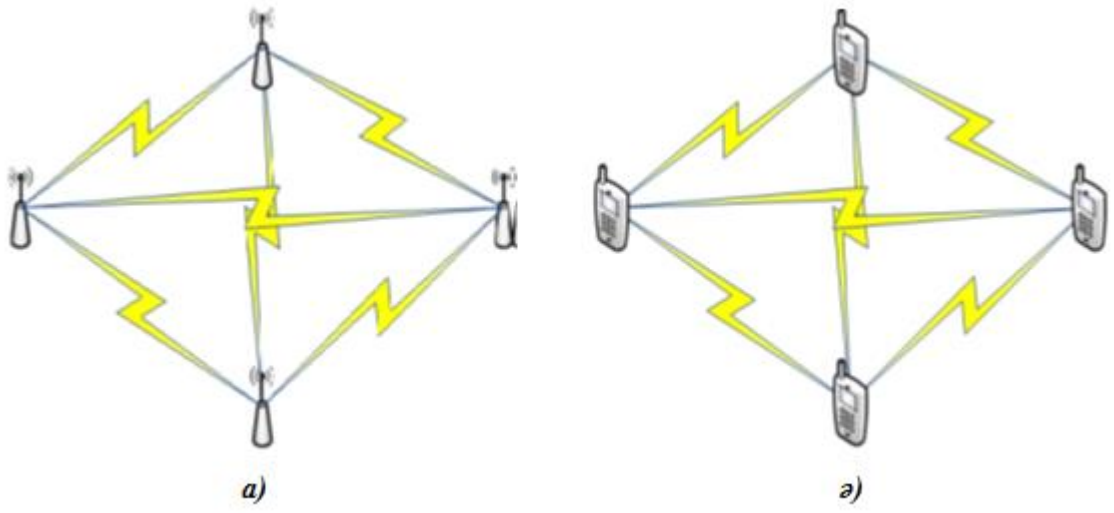
Бұл міндеттер желінің қамту аймағын кеңейтуді және жылжымалы станциялардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз етуді талап етті.

Желінің қамту аймағын кеңейту дегеніміз, тұтастай алғанда желі станциялары бір-бірімен байланыста болса да, кейбір станциялар бір-бірінің радиоқабылдау аймағынан тыс жерде орналасқан, сондықтан олардың арасында дестелерді жеткізу аралық станциялар арқылы дестелерді қайта жіберуді талап етеді. Осылайша, желінің қамту аймағын кеңейту бір сатылы желіден көп сатылы желіге көшуге алып келеді.

Сол станциялардың қозғалысы желінің топологиясының уақытпен өзгеріп отыруын және станциялар жұмысы кезінде бір-бірінің тікелей радиоқабылдау аймағында немесе бұл аймақтан тыс жерде болуы мүмкін дегенді білдіреді. Желінің қамту аймағын кеңейтуге арналған және жылжымалы станциялардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ететін технологиялар IETF ұйымының (ағылшын: Internet Engineering Task Force) техникалық сипаттамалары түрінде берілген өзін өзі басқаратын MANET [2] мобильді ad hoc желілері және IEEE 802 LAN / MAN стандарттар комитетінде әзірленген Wi-Fi Mesh [3] технологиясы.

1.2 MANET желілері

MANET (Mobile Ad-hoc NETworks - ұялы арнайы желілері) желісі - кездейсоқ ұялы байланыс абоненттері бар радио, базалық станциялар, сонымен қатар қолдау болмаған толық орталықтандырылмаған басшылықты жүзеге асырады. Топологиясы – өзгеріп отыратын кездейсоқ түйіндердің қосылуы. Осыған WSN (Wireless Sensor Networks - сымсыз сенсорлы желілері) - сымсыз сенсор (телеметрия) радио арналары арқылы біріктірілген, жекелеген экологиялық параметрлерінің мониторингі, өңдеу және деректерді беру шағын сенсор түйіндерінен тұратын желі қосу керек. Олар mesh, ad-hoc және де MANET желілері(1.1 сурет).



1.1 – сурет. а) Ad-hoc сымсыз желісі;
ә) MANET (Mobile Ad hoc Network) желісі

MANET - өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік желілер, өздігінен ұйымдастыратын мүмкіндіктерін қолдана отырып таралған басқару принциптары және желінің түйіндерінің өзін-өзі басқаруы.

MANET дәстүрлі "инфрақұрылым" сымсыз желілері қол жетімсіз немесе тиімсіз болған жағдайда, ақпаратты таратуды қамтамасыз етеді. MANET қолдану облыстары азаматтық (жалпы қолжетімді жүйелердің ұйымы, таралған компьютерлік желілер, табиғи ортаның геомониторингті жүйесі, кездейсоқ жағдайдағы ақпарат алмасуы т.б.) және әскери (ұрыс қимылдардың тактикалық біріккен ұйымы) болып табылады. Өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік желінің фундаменталдық ерекшелігі «инфрақұрылым» сымсыз желісі, сондай-ақ ұялы желілерден өзгеше желі түйіндерінің функциональдық баламалығы болып табылады.

MANET маршруттау хаттамалары шартты түрде мынадай топтарға бөлінеді: проактивті немесе реактивті («жазық») және гибридты (иерархиялық) маршруттау, адрес статусы және тұрған жерінен тәуелділікте ұштасатын әр түрлі стратегиялар.

MANET маршруттау хаттамаларының таңдауы жалпы алғанда күрделі есептен және талаптардан тәуелді болады, мынадай қосымшамен: желі абоненттерінің саны, олардың мобильділіктері, берілген мультимедиалық салалардың қажеттіліктері, сапалар көрсеткіштердің QoS және т.б. осылай, реактивті маршруттаумен (DSR, AODV) хаттамалар, аз ғана салыстырмалы жылдамдықпен түйіндерден (кем ~102 абонент) аз ғана желілерде тиімді. Деректердің дестелерін жеткізудің минималды аялдауын проактивті хаттамалары (OLSR, TBRPF, FLAME тағы басқалар) қамтамасыз етеді. Сол үшін MANET абоненттік терминалдар қабылдаушы таратушылармен мен «интеллектуалдық» болып көрінеді.

OLSR (ағыл.: Optimized Link State Routing – қосылулар жөнінде мәліметтерді пайдаланатын оңтайлы маршрутизация) [4], AODV (ағыл.: Ad hoc

On-Demand Distance Vector Routing - маршруттардың ұзақтығы туралы ақпаратты пайдаланатын реактивті маршруттау хаттамасы)[5] және DSDV (ағыл.: Destination-Sequenced Distance Vector - маршруттардың ұзақтығы туралы ақпаратты пайдаланатын белсенді маршруттау хаттамасы) [6] сияқты MANET желілеріндегі маршруттау хаттамалары сымды желілерге арналған маршруттау хаттамаларының сәл бейімделген түрін береді. Мысалы, OLSR протоколы сымды желілерге бағыттау үшін пайдаланылатын OSPF (Open Shortest Path First - қысқа жолды таңдау маршрутизациясы) протоколына өте ұқсас.

Желілік деңгейде жұмыс жасап қарапайым маршруттау хаттамалары арналық деңгеймен өзара әрекет ете алмайды. Осылайша, оларға, араласулар мен соқтығысулар арқылы дестелік бұрмалану ықтималдылығы, қосылыстардың әрқайсысында қолданылатын сигнал-кодтық құрылымдардың қасиеттері, сондай-ақ арнаға қосылу әдісі мен қабылданбаған дестелердің қайталау механизмінің параметрлері туралы мәліметтер қол жетімді емес. Демек, бұл хаттамалар байланыс бойынша дестенің табысты берілу ықтималдығын, сондай-ақ қосылулардың өткізу қабілеттілігін анықтай алмайды, ал олардың көмегі арқылы табылған маршруттар төмен өткізу қабілетіне ие және жиі жоғалады [7,8]. Сонымен қатар, маршруттау хаттамалары көбінесе сымсыз ортаның келесі ерекшеліктерін ескермейді:

- трансляцияны беру кезінде дестені жоғалтудың жоғары ықтималдығы, ол қызметтік ақпараттың жиі жоғалуына әкеледі;
- ұзындығын ұлғайта отырып, дестенің жоғалу ықтималдығының экспоненциалды жоғарылауы, ол дестелік агрегация мүмкіндіктеріне шектеулер енгізеді;
- дестенің бір станциямен жіберілуінің, сол станцияға көрші орналасқан станциялармен дестетердің жіберілуіне әсері және т.б.

Осыған байланысты, қарапайым хаттамаларды іске қосатын MANET желілері төмен өнімділікке ие және оларды пайдалану мүмкіндіктері шектеулі.

Осы хаттамалардың дамуы және олардағы күрделі механизмдерді қосу түрлі ішкі мәселелерді шешуге арналған механизмдердің жеке ерекшеліктері ретінде сәйкестендіруге әкелді. OLSR хаттамасының екінші нұсқасын әзірлеуде (OLSRv2), әлі аяқталмаған жұмыс, жеке механизм ретінде, көршілес станцияларды табу және олармен байланыс орнату NHDP (ағыл.: Neighborhood Discovery Protocol - көршілес станцияларды табу хаттамасы) хаттамалары, маршруттау метрикалары (OLSRv2 оларды сипаттайды, бірақ бірінші нұсқаға қарағанда оларды пайдалануға мүмкіндік береді), қызмет көрсету бумаларын қалыптастыру механизмі енгізілген [10].

1.2.1 MANET желілерінің негізгі ерекшеліктері мен артықшылықтары. Бүгінгі күнде көптеген мәселелер қарастырылуда:

- кедергіге қалыпты, қарсы тұратын қамтамасыз ету мәселені;
- берілетін деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесі;
- желілерді жалпы өткізгіштік қабілеттілігінің мәселесі;

- маршрутизацияның қолданылатын әдістерін тиімділіктің мәселесі.

Ad-hoc желісінің маршруттау хаттамаларын табысты қолдану үшін келесі жоспаларға ие болуы керек:

- TCP хаттамасында транспорттық деңгейінде классикалық тетіктерінің қиындалған кепілді жеткізулері пайдалануы желінің топологиясының ауысу шарттарындағы дестелерді сенімді жеткізуді үнемі қамтамасыз ету;
- желінің топологиясының ауысу шарттардағыны бағдарғының құрылысын үнемі қамтамасыз ету;
- бағдарғының үзілісін жедел табылудың тетіктері болуы және оның қалпына келтіруі;
- жоғары масштабталатындыққа ие болу, яғни желі жоғарғы өнімділікті әр түрлі өлшемдерде қамтамасыз ету;
- QoS қолдану.

MANET өздігінен ұйымдастырылатын желілер дәстүрлі архитектураның сымсыз желілерінің үстінде келесі артықшылықтарға ие болады:

- таратқыш қуатының өте алыс жерлерге деректерді жіберу мүмкіндігі;
- желін инфрақұрылымында өзгерістерге орнықтылық;
- қолайсыз бөгет жағдайларда шапшаң реконфигурацияның мүмкүндігі;
- қарапайымдылық және күшейтуінің жоғары жылдамдығы.

Мобильді құрылғылар базасын негізін салатын сымсыз желілер мынадай ерекшеліктерге ие:

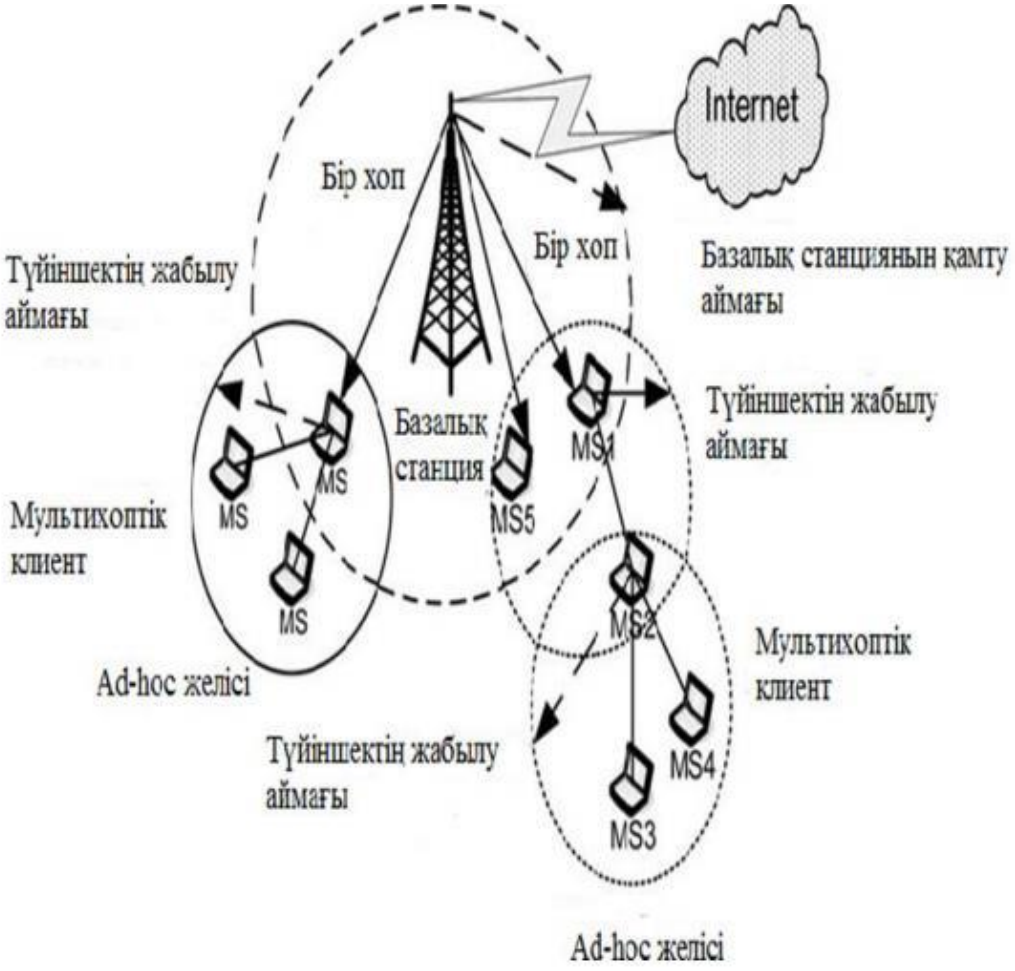
- түйіндердің мобильдігі желі топологиясының динамикалылығының қосымша жоғарылауына алып келеді, себебі кедергі немесе торапты қосу / өшіру салдарынан байланыстың ажырап кету мүмкіндіктеріне оның қозғалыс ықтималдығы қосылады;
- ұялы түйіндердің электр көздері шектеулі болуы мүмкін, сондықтан аппараттық құрылғаларды және хаттамаларды тұрғызу кезінде энергияны тұтынуды ескеру қажет.

1.2.2 MANET желісінің архитектурасы. MANET желісінің архитектурасы желінің негізін (backbone) құрайтын түйіндер (node) мен клиенттік құрылғылардан тұрады. Түйіндер әрқайсысы әрқайсысымен байланысып, өз бетімен деректерді тарату жолдарын жасай алады.

Түйіндер көрші түйіндердің ажыратылуын немесе жаңа түйіндердің пайда болуын қадағалайды және маршруттарды автоматты түрде қайта құрады.

MANET желілерінің технологиясы сымсыз желілерге тән емес, сымсыз желілерде ол жаңа қасиеттерге ие болады. Сымсыз түйіндерді пайдаланған кезде, желі топологиясы жай ғана жылжыту, жою немесе түйіндерді қосу арқылы оңай реттелуі мүмкін. Теориялық тұрғыдан, кез-келген аумақты MANET желісімен қамтуға болады.

Бұл жағдайда басты мәселе - түйіндердің қажетті санына қол жеткізу және оларды электрмен жабдықтау мүмкіндігі. Сымсыз клиенттер қамту аймағында қозғала алады, түйіндер дұрыс маршруттарды салады және ашық роуминг ұсынады. Абоненттік қызмет тұрғысынан мұндай желілер қазірдің өзінде IP-қосымшалардың толық ауқымын - Ethernet, VoIP, realtimevideo.



1.2 – сурет. MANET желісінің архитектурасы

Төңіректегі ортадан, өңдеуден және берілуден нақтылы параметрлерден барлаудан интеграцияланған функциялармен аз габаритті сенсор түйіндерден осы радиоканалдар бойынша тұратын WSN (WirelessSensorNetworks) — сымсыз сенсорді (телеметрикалық) желіге қосу керек (1.2 – суретте көрсетілген).

1.3 IEEE 802.11s стандартының Wi-Fi Mesh желілері

MANET желілерінде маршруттау хаттамаларының тиімділігін арттыру үшін оларды арналық деңгей туралы ақпаратпен қамтамасыз ету қажет болды, мысалы, маршруттау метрикасын пайдаланып байланыс сапасы туралы ақпарат. Мұндай тәсіл маршруттау желілік деңгейде орындалуы керек деген парадигмаға сүйенеді. Дегенмен, оны жүзеге асырған кезде, әзірлеушілер қабаттаралық өзара әрекеттесу проблемасына тап болады: көп арналы желінің өткізу қабілеттілігі мен ақауларға төзімділігін арттыру үшін маршруттау хаттамалары арналық деңгейдің ерекше ақпараттарын пайдаланады және арналық деңгейдегі дестелерді беруді басқаруы керек. Осылайша, хаттамаларда белгілі бір өндірушінің және белгілі бір марканың желілік карталарының мүмкіндіктері ескеріледі.

Деңгей аралық байланыс проблемасы арналық деңгейінде маршруттау мәселесін шешу жолымен жойылуы мүмкін. IEEE 802 LAN / MAN стандарттар жөніндегі комитеті осы жолды қолданды. 2004 жылы бұл комитет сымсыз көп сатылы өзін-өзі ұйымдастыру желілері үшін стандарт әзірлеу үшін жеке топ құрды. 2011 жылдың соңында жарияланған IEEE 802.11s [3] стандарттарында мұндай желілер Wi-Fi Mesh желілері деп аталады.

Wi-Fi технологиясы корпоративті желілер үшін де, үйдегі қолданушылар үшін де сымсыз желілерді құруда үлкен қолданысқа ие. Кеңжолақты сымсыз байланыс, мүмкіндігінше бағасы қолжетімді, төмен, кез келген уақытта және кез келген жерде байланыс аясында болу, Wi-Fi базасында құрылған желілердің кең таралуына себеп болды.

Алайда сымсыз желілерді жобалаушылар мен қолданушылар тез арада бір шектеуші фактормен соқтығысты. Ғимаратты/аумақты толық қамту үшін бірнеше бір-бірмен қиылысатын қамту зоналары бар бірнеше қатынас нүктесі қажет. Wi-Fi желісінің «классикалық» топологиясында әрбір қатынау нүктесін сымды желіге қосу керек, ал сымды желі ол орнатылатын жерде әрдайым қолжетімді емес. Бұл фактор техникалық жағынан қарасақ – жүйені орнатуды қиындатады, және де экономикалық жағынан қарасақ – жоба құрын айтарлықтай көбейтеді. Көптеген жағдайларда Ethernet кабелін орналастыру 2-3 есе нүктелік қатынастан асып түседі, ол өз кезегінде сымсыз шешімнің экономикалық тартымдылығына әсер етеді.

Wi-Fi қарапайым қатынау нүктесі ғимараттан тыс жерде байланыс ұзақтығын жүздеген метрге дейін қамтамасыз етеді. Нақты қамту аумағы ғимараттардың, ағаштардың тығыздығына, жапырақтардың санына және тағы да басқа бөгеуілдерге байланысты. Сондықтан сенімді жаппай радиожабын желісі үшін мейлінше қатынас нүктелерін тығыз орналастыру керек. Жалпы жағдайда, қатынас нүктесі қаншалықты жоғары орналасса, соншалықты көп аумақты қамтиды, сондықтан орналастыру жерлері ретінде бағаналар, биік ғимараттардың төбелері қарастырылады.

Сондықтан, Wi-Fi сымсыз желісін қала немесе аудан масштабында құру жаңа топологияны және жаңа құрылғыларды қажет етеді.

Топология келесідегідей талаптарды қамтамасыз етуі керек:

- ондаған және жүздеген қатынас нүктесіне дейін масштабтану мүмкіндігі, оның көбі сымсыз қосылған;
- желі қала жағдайында әрдайым өзгеріп тұратын күрделі бөгеуілдік жағдайларға динамикалық бейімделу мүмкіндігіне ие болуы;
- бір немесе бірнеше қатынас нүктесінің істен шығуы қатынас қызметіне немесе қызмет сапасына кері әсерін тигізбеуі керек;
- жаңа қатынас нүктелері орнатылғаннан кейін дереу желіне автоматты түрде қосылуы керек;
- қызметтік хабарламалармен жүйедегі өткізу жолағының төмен пайдалы жүктемесі;
- желінің жоғары деңгейдегі ақпараттық қауіпсіздігі.

Mesh – желілік ұяшықтық топологиясын сипаттайды, осының негізінде желінің әрбір құрылғысы бірнеше басқа да құрылғылармен байланысуы мүмкін. Сәйкесінше, бір тораптан басқасына сигнал бірнеше жол арқылы өтуі мүмкін. Бұл топологияны қолдану арқылы желі параметрлерінің күйлерін өзгертпей ақ желіге сымсыз құрылғыны қосуға да алып тастауға да болады.

Wi-Fi MESH шешімі – толық байланысты сымсыз желі – жалпы қамту мен инфрақұрлым арасындағы қарама-қайшылықты шешуге негізделген және экономды түрде сымсыз кеңжолақты Wi-Fi қатынасын жасауға мүмкіндік береді.

Мұндай шешімді әрбір қатынас нүктесі кем дегенде екі қабылдағыш – таратқышқа ие – біреуі 2,4 ГГц диапазонында, екіншісі – 5 ГГц даиапазонында. Диапазон 2,4 ГГц клиенттердің желіге қатынасы үшін қолданылады. 5 ГГЦ диапазоны қатынас нүктелері арасындағы байланысты қамтамасыз ету үшін қызметтік арна ретінде қолданылады. Қатынас нүктелері арасындағы байланыс үшін арнайы хаттама қолданылады, ол адаптивті түрде көптеген параметрлерге байланысты маршруттауға мүмкіндік береді, олар:

- байланыс арнасының күйі және сапасы, қолжетіді жылдамдық;
- қатынас нүктесінің және көрші нүктелердің жүктемесі;
- сымды қосылуға дейінгі желідегі тораптар саны және дестені жіберудегі кідіріс уақыты.

1.3.1 Wi-Fi MESH сымсыз желілердің артықшылықтары мен кемшіліктері. MESH-технологиясы негізінде Wi-Fi желісін құру – дәстүрлі жүйелер талап етілетін аумақты қамтуды қамтамасыз етуге қабілетті емес аумақта тапсырмаларды шешу, дауыс беру талап етілетін сапасы қажет болған кезде және мобилдікті қолдау үшін тамаша нұсқа.

Қолдану облысы:

- арнайы іс-шаралар, жедел әрекет ету қызметтері, қоғамдық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша іс-шаралар;
- ғимараттардың кешені үшін арналған желі, өндірістік үй-жайлар, сауда орталықтары, спорттық жарыстарды өткізу орындары, әуежайлар;
- муниципалдық мекемелер, тұрғын аймақтар, саябақтар;
- оператормен басқарылатын ортақ пайдалану аймақтарында немесе тұрғын аудандарда ұсынылатын қызметтер.

Жүйенің мүмкіндіктері:

- қолданыстағы инфрақұрылымымен байланыспаған тұрақты және өміршең MESH-желісін жылдам автоматты ұйымдастылуы;
- бір-бірімен тікелей радиокөруі жоқ қашықтағы құрылғылар арасында пакеттерді ретрансляциялау;
- барлық IP - қосымшаларды толық қолдауы бар Интернет желісіне сымсыз қатынау.

Wi-Fi MESH желісінің артықшылықтарына жататындар:

- өздігінен ұйымдастырылу арқасында өрістетудің аз уақыты және қарапайымдылығы;

- жоғары сенімділігі мен икемділігі, артық байланыстардың есебінен тораптар арасында бірнеше балама маршруттар бар;
- трафикті автоматты түрде зақымдалған учаскелерді айналып бағыттау мүмкіндігінің арқасында өздігінен адаптация және өздігінен қайта қалпына келуі;
- дәстүрлі желілермен салыстырғанда аз энергия тұтынуы;
- іс жүзінде шексіз масштабты және желі сыйымдылығын ұлғату мүмкіндіктері;
- барлық құрылғылар бірдей құқықты және ретранслятор ретінде де, қатынау нүктесі ретінде де жұмыс істей алатындықтан орталық агрегирлеуші тораптың қажет болмауы.

Wi-Fi MESH желісінің кемшіліктеріне жататындар:

- қызмет үшін, мәліметтерді берудегі жылдамдыққа және кідіріс уақытына сезімталдығы, QoS қызмет сапасымен қамтамасыз ету қиындығы;
- 2 диапазондағы жиілікті қолдану үшін рұқсат алу қажеттігі;
- backhaul тораптарының санының артуымен мәліметтерді тарату жылдамдығының төмендеуі. Сондықтан «тар орындарды» алып тастау үшін көптеген сыммен қосылған қатынас нүктелеріне ие болу керек;
- қатынас нүктелері арасында қызметтеік ақпаратты маршруттау және тарату үшін фирмаішілік хаттамалар қолданылады, ол өз кезегінде муоьтивендорлы желілерді құруға мүмкіндік бермейді.

Mesh-топология несімен жақсы? Біріншіден, желі салыстырмалы түрде арзан модулдермен құрылады, олардың әрқайсысы көру аймағындағы барлық көршілерімен радиоарна арқылы байланысқан. Екіншіден маңыздылығы аз емес құрам ол – бұл моделдерден құрылған желі өзін-өзі ұйымдастырады және кейбір тораптар істен шығып қалған жағдайда желі қайта қалпына келеді. Және үшіншіден – желіні қолдау бағасының арзандығы – тораптар әрдайым көршісінің күйін «көріп» және «сезіп» тұратындықтан олардың күйі сәйкесінше маршруттық кестенің өзгеруі туралы шешім қабылдайды, бұл жерде тек электкоректің дұрыс қосылуын қолдауында.

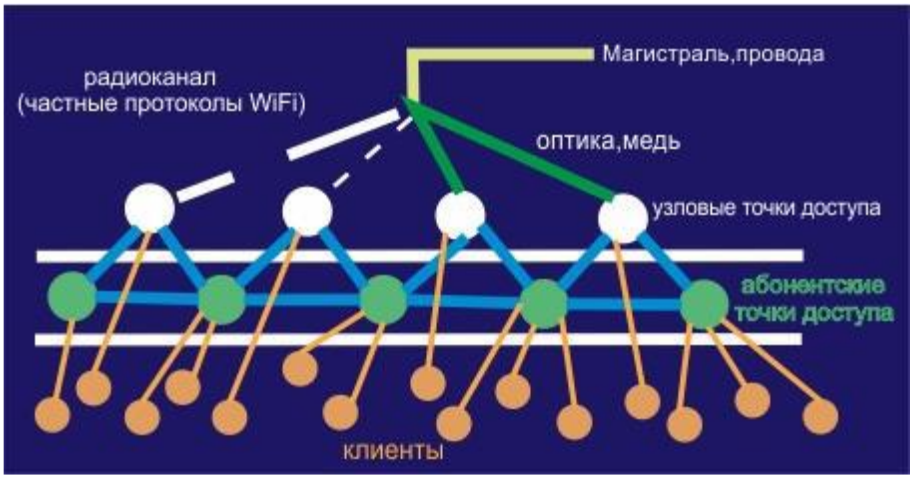
1.3.2 Wi-F- Mesh желісінің архитектурасы. Mesh топологиясы орталықтандырылған принцип бойынша құрылатын 802.1 1a/b/g типті желілерден айырмашылығы ретінде орталықтандырылмаған жүйе негізінде ұйымдастырылады. Mesh-желілерінде жұмыс жасайтын қатынау нүктелері абоненттік қатынау қызметтерін ұсынып қана қоймай, желінің басқа қатынау нүктелеріне маршрутизатор/ретранслятор функциясын атқарады.

Осы функция арқасында өздігінен ұйымдастырылатын, өзін өзі қалпына келтіретін кең жолақты желінің сегментін ұйымдастыруға мүмкіндік туады, желінің жалпы архитектурасы 1.3 – суретте көрсетілген.

Mesh топология негізінде ұйымдасқан ақпаратты желілер бір жарым-екі жылда үлкен нәтижелерге жетті. Проекттердің масштабы мыңдаған қатынау нүктелері мен он мыңдаған тұтынушыларға дейін өсті. Әр түрлі желілік пен радиотехникалық шешімдердің интеграциясы кезінде тұтынушылар талабына сай (мобильдік, QoS, қауіпсіздік) келетін Mesh-желілер көптеген маңызды

шешімдер жиыны ретінде көрінеді. Персоналды мен муниципалды тұтынушылар үшін Mesh-топологиясы арқылы жергілікті (LAN) мен қалалық (MAN) желілер ұйымдастырылу мүмкіндігі, глобалды желімен (WAN) оңай интеграциялануы қызықтырушы фактор болып табылады.

Қазіргі кезде Mesh-желілер кең таралған сымсыз Wi-Fi стандарттарын қолдану арқылы ұйымдастырылған. Бұндай шешім артықшылығы кең көлемде арзан стандартты абоненттік құрылғылар проектінің коммерциялық тиімділігін анықтайды.



1.3– сурет. Желінің жалпы архитектурасы

Mesh-желілер кластерлер жиынтығы ретінде салынады. Қамту аумағы кластерлік аймақтарға бөлінеді, олардың саны теориялық шектелмеген. Бір кластерде 8-ден 16-ға дейін қатынау нүктесі орналастырылады. Мұндай нүктелер бірі тораптық (gateway) болып табылады және кабель (оптикалық немесе электрлік) немесе радиоарна (кеңжолақты қатынау жүйелерін пайдалана отырып) арқылы магистральдық ақпараттық арнаға қосылады. Тораптық нүктелер, кластердегі қалған басқа нүктелер (nodes) сияқты бір-бірімен (жақын көршілермен) көліктік радиоарна арқылы біріктіріледі. Нақты шешімге байланысты қатынау нүктелері ретранслятор (көліктік арна) функцияларын немесе ретранслятор және абоненттік қатынау нүктелері функцияларын орындай алады. Mesh ерекшелігі арнайы хаттамаларды пайдалану болып табылады, ол әр қатынау нүктесіне желі абоненттерінің көліктік арнаның жай-күйін бақылаумен және көршілес нүктелер арасында оңтайлы бағыт бойынша трафикті динамикалық маршруттауды қолдаумен кестелерін жасауға мүмкіндік береді. Олардың біреуі істен шыққан кезде трафик автоматты түрде басқа маршрутпен жіберіледі, бұл трафикті адресатқа жеткізуді ғана емес, сондай-ақ аз уақытта жеткізуге кепілдік береді.

Кластер шегінде желіні кеңейту рәсімі жаңа қатынау нүктелерін орнатумен шектеледі, олардың қолданыстағы желіге интеграциясы автоматты түрде жүреді.

Осындай желілердің кемшілігі, олар деректерді жіберу үшін аралық пункттерді қолданады; бұл ақпаратты жіберу кезінде кешіктіруді тудыруы

мүмкін және соның салдары ретінде, нақты уақыт трафигінің (мысалы, сөйлеу немесе бейне) сапасы төмендейді. Осыған байланысты бір кластердегі нүктелер санына шектеулер бар.

2 MANET және Wi-Fi Mesh технологиялары

2.1 OLSR (OLSRv2) хаттамасымен басқарылатын, MANET желісіндегі қосылымдарды басқару

MANET технологиясы анықтамасы жағынан ұялы желілерді құру үшін арналған, олардың станциялары бір-бірінің радио қабылдау аймағында болады және шығып тұрады. Көршілес станциялардың жиынтығын анықтау үшін, яғни, бір-бірінің радио қабылдау аймағында орналасқан станцияларды, OLSR протоколы хаттаманың екінші нұсқасында бөлек NHDP хаттамасына енгізілген арнайы байланысты басқару механизмін (ББМ) пайдаланады. Оның жеңілдетілген сипаттамасын келтіреміз[11].

Техникалық сипаттамаға сәйкес [12], қосылыс үш күйдің біреуінде болуы мүмкін, ол келесідей белгіленеді:

- L (ағылшын: жоғалған) - байланыс жабық немесе жоқ;
- H (ағылшын: естіген) - бір бағытты байланыс;
- SYM (ағылшын: симметриялық) - екі жақты байланыс.
- Сондай-ақ дипломдық жобада жазба ыңғайлылығы үшін енгізіледі:
- SYM = L ∪ H - ассиметриялық байланыс;
- O = SYM ∪ H - ашық ашық.

Көршілес станцияларға қатысуын анықтау үшін әр станция белгілі бір интервал сайын (HELLO_INTERVAL интервалы арқылы) арнайы қызметтік HELLO хабарламасын жіберіп тұрады. Бұл хабарлар 1 қадамда таратылады, яғни олар тасымалданбайды. X станциясынан мұндай хабарды алғаннан кейін, Y станциясы онымен байланыс орнатуы мүмкін.

B станциясынан HELLO хабарламасын алғаннан кейін, A станциясы B станциядан A станциясына бір бағытты қосылысты (L) орнатып, B станциясының мекен-жайын HELLO-хабарламасында көрсетеді.

A станциясынан мұндай HELLO-хабарламасын алғаннан кейін, B станциясы A және B арасындағы байланыс симметриялы (SYM) деп шешеді және HELLO хабарында A станциясының мекен-жайын көрсетеді, сол кезде A станциясы бұл байланысты симметриялы деп есептейді.

Егер A станциясы B станциясынан HELLO хабарламасын NEIGH_HOLD_TIME кезінде қабылдамаса (іс жүзінде бұл $s = \frac{\text{NEIGH_HOLD_TIME}}{\text{HELLO_INTERVAL}}$ HELLO-хабарламасы жоғалады), онда ол B станциясына қосылысты жауып, B станциясының мекен-жайын өзінің HELLO хабарламасында көрсетуді тоқтатады (байланыс күйі - L).

B станциясы A станциясынан, B станциясының мекен-жайы көрсетілмеген HELLO хабарламасын қабылдап, байланыс күйін H күйіне өзгертеді.

NHDP протоколы осы байланысты құрған екі станцияда байланыс күйінің әртүрлі болуына мүмкіндік береді және осы күйді синхрондайтын ешқандай механизмдерді қамтымайды, сондықтан біз осы протоколды байланыс күйлерін синхрондамайтын ББМ класына бағыттаймыз.
Байланыстың күйі HELLO хабарламаларын жеткізу арқылы анықталады, оның кең таратылуы сенімді емес. Станциялар HELLO-хабарламаларын бір-бірінен тәуелсіз жібергендіктен, HELLO-хабарламаларды қатал мерзімділікпен жіберген кезде, станциялардың хабарламалары үнемі соқтығысып қалатын жағдай болуы мүмкін. Тұрақты қақтығыстардың алдын алу үшін, мерзімді түрде жасалатын қызметтік NHDP және OLSR хабарламалары максималды мәні MAX JITTER протокол параметрі арқылы анықталған, джиттер деп аталатын, кездейсоқ кідіріспен жіберіледі. OLSR хаттамасының негізгі көрсеткіштері 2.1 – кестеде көрсетілген.

2.1 – кесте. OLSR хаттамасының негізгі көрсеткіштері

Көрсеткіш	Өлшемі
HELLO_INTERVAL	2 с
TC_INTERVAL	5 с
NEIGHB_HOLD_TIME	6 с
TOP_HOLD_TIME	15 с
MAXJITTER	0,5 с

2.2 OLSR хаттамасының негізінде MANET желісіндегі маршрутизация. Желілік ақпараттың таралуы

HELLO хабарламаларын жіберген кезде, станция көрші станциялардан қосылу туралы ақпарат алады, бірақ олардың сапасы туралы емес. Ақпаратты тарату үшін 1) симметриялы байланыс сапасы туралы (деректерді жіберу үшін тек симметриялық байланысты қолдануға болады) 2) бүкіл желі бойынша (тек көршілер арасында ғана емес) әр станция мезгіл сайын (TC_INTEVVAL кезеңімен) TOPOLOGY_CONTROL (TC) хабарламасын жіберіп тұрады. HELLO-хабарламалардан айырмашылығы, TC-хабарлар қайта таратылады және осылайша бүкіл желіге таратылады.

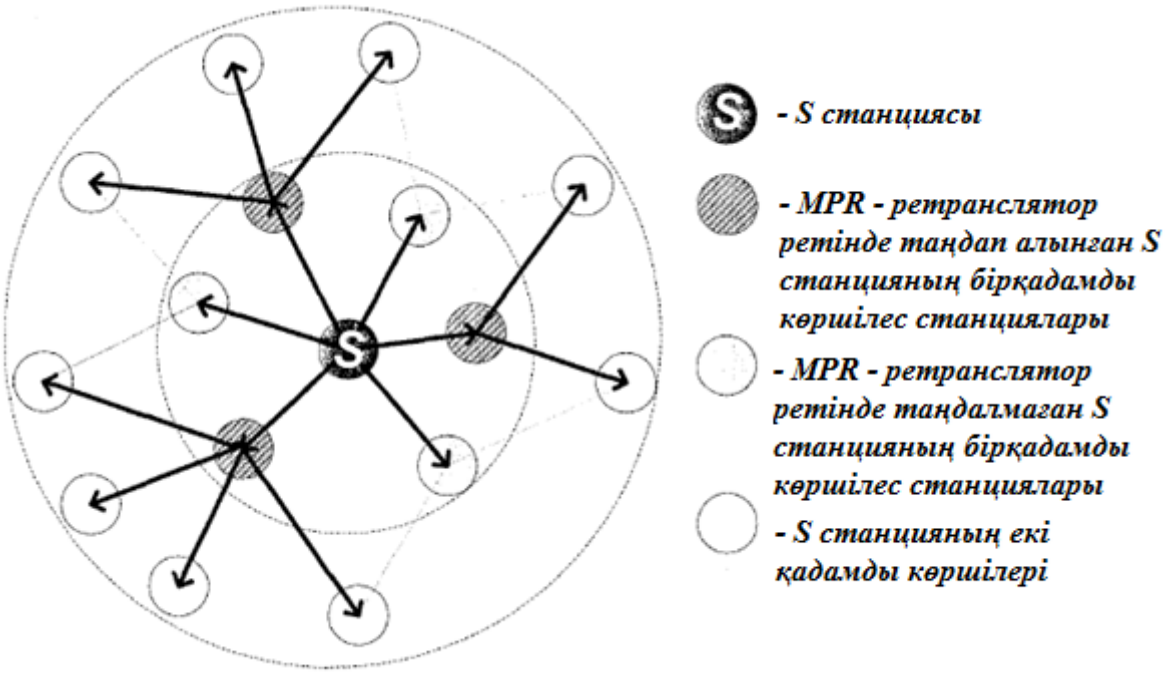
Белгілі бір станция-көзінен келген TC хабарламасынан алынған екі станциялар арасындағы байланыс туралы ақпарат, әрбір жаңа TC хабарламасы келген сайын жаңартылып отырады және жойылады, егер станция-көзі берілген байланыс туралы TC хабарламасын жібермесе, немесе соңғы TC хабарламасы қабылданғаннан кейін TOP_HOLD_INTERVAL интервалы аяқталса.

2.2.1 MPR-ретрансляторы. TC хабарламаларды тарату кезінде олар бірнеше рет қайталанады. OLSR протоколы желідегі таратылым механизмін оңтайландырады [14]. Протоколдың ерекшелігі – кең таралатын дестелердің таратқыштары барлық станциялар емес, тек таңдалған MPR-ретранслятор (ағылшын: MultiPoint Relay – көпнүктелі ретрансляторалар) деп аталатын станциялар.

MPR-ретрансляторын таңдау және пайдалануды нақтылау үшін X станцияның екі қадамдық көршілерін, станциялардың жиынтығы ретінде анықтаймыз, X-станциясынан ең қысқа жол 2 қосылымды қамтиды.

Әр станция MPR-ретрансляторын көршілес станциялар арасында, осы станцияның әрбір екі қадамдық көршісі кем дегенде бір MPR-ретрансляторымен көрші болатындай етіп, таңдайды. 2.1 – суретті қараңыз.

Станция өз таңдауын HELLO-хабарламасында хабарлайды.



2.1 – сурет. MPR ретрансляторларының тағайындалу мысалы

Тарату кезінде MPR-ретрансляторы келесідей қолданылады.

Y станциясы X басқа станциядан (мүмкін үшінші станциямен генерациялаған) хабарлама қабылдап, оны тек екі жағдайда қайталап жібере алады:

- хабарлама бұрын қайта жіберілмеді;
- X станциясы Y станциясын өзінің MPR-ретрансляторы деп тағайындады.

OLSR протоколында MPR механизмі TC хабарламаларын қайта жіберудің санын ғана емес, оның көлемін де азайтады. Бұл келесідей. Әр станция, әдепкі бойынша, MRR ретрансляторы ретінде осы станцияны таңдаған көршілерге қос бағытты қосылымдар туралы ақпаратты TC хабарламасына қосады. Осыған байланысты желіге жіберілетін ақпараттың саны азаяды.

Маршрутты таңдау (іздеу). Желілік топологияның әрбір өзгеруі кезінде станция өзіне белгілі барлық басқа станцияларға дейінгі ең қысқа маршрутты таңдап, және өзінің, әрбір адресат үшін арналған станция(келесі ретранслятор) мекенжайын көрсететін, маршруттау кестесін жаңартады. Дестені адресатқа жіберу кезінде, станция дестенің тақырыбында толық жолды көрсетпейді, тек

келесі ретранслятордың мекен жайын көрсетеді. Ретранслятор дестені қабылдап, келесі ретранслятор мекен жайын анықтап, дестені соған жібереді. Мұндай ретрансляция сатылы деп аталады.

2.3 Wi-Fi Mesh желісінде байланысты басқару механизмі. Көршілес станцияларды анықтау

Wi-Fi Mesh желісінде әр станция белгілі бір мезгіл сайын *beacon* деп аталатын және HELLO- хабарламаларының функциясына ұқсас функцияны атқаратын қызмет көрсету кадрларын таратады. Бикондардың көмегімен станциялар көршілерді анықтайды, сондай-ақ қызметтік ақпаратты, олардың функционалдығы мен желілік параметрлері туралы ақпаратты таратады.

Осылайша, бикондарды табысты қабылдау желінің дұрыс жұмыс істеуі үшін маңызды. MANET желілеріне қарағанда, HELLO-хабарламалар ешқандай жолмен қорғалмаған, WiFi Mesh желілерінде MBCA (Mesh Beacon Collision Avoidance - бикондардың қақтығыстарын болдырмау механизмі) механизмін пайдаланады.

Осы механизмге сәйкес, станцияға өзінің екі қадамды айналасында орналасқан кез-келген станцияның бикон таратуы кезінде кез келген таратуды жүзеге асыруға тыйым салынады. Осы тыйым салуды жүзеге асыру үшін үш жағдай қажет: бикондарды таратудың қатаң мерзімділігі, олардың бірдей ұзындығы және бикондарды екі қадамға жіберу сәттері туралы ақпаратты тарату. Оларды толығырақ қарастырайық.

Егер бикондар периодты қатаң түрде жіберілсе, онда X-станциядан бикондарды алу және бикондардың таратылу периодын біле отырып, Y станция X станция бойынша TBTT (ағыл.: Target Beacon Transmission Time – келесі биконды жіберу уақыты) уақытын анықтайды және егер оның таратылуы TBTT уақытына дейін аяқталмаған болса, дестені таратуды бастамайды.

Биконды таратудың болжамды ұзақтығын біле отырып, сол уақыт кезінде, яғни биконды тарату уақыты бітпегенше, станция таратуды бастамайды.

Соңында, жасырын станциялардан болатын соқтығысуын болдырмау үшін, бикон жіберген X станциясының бір қадамдық көршілері өзінің биконында X станциясының бикон жіберу уақытын көрсету керек. Сонда X станциясының екі қадамдық көршілері X станцияның TBTT уақыты кезінде тарату жүргізбейді. Және X станцияцияның көршілері биконды табысты алады.

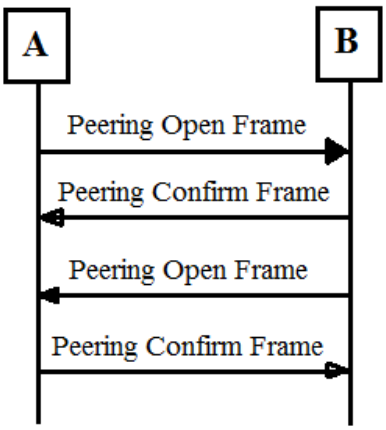
Бикондар қатаң түрде периодты жіберілгенімен түрлі станциялардың TBTT уақыттары бір-біріне қатысты кездейсоқ болып табылады. Егер станция биконының таратылу интервалы басқа станцияның биконының таратылу интервалымен қиылысатынын анықтаса, онда ол оған жіберілу уақыты белгілі бикондармен соқтуғысу болдырмайтын өзгеше TBTT уақытын таңдайды.

Бикондардың бір-біріне қатысты кездейсоқ орналасуы, екі көрші станцияның үнемі бір уақытта бикондарды жіберу жағдайына әкелуі мүмкін.

Егер желіде тек осы екі станция болса, онда олар әдеттегідей соқтығысуды анықтай алмайды.

2.3.1 Көршілес станциялармен қосылуды басқару. Wi-Fi Mesh желілерінде көршілес станциялармен қосылуды басқару үшін, көршілес станциялармен байланысты орнату және тоқтату үшін қызметтік кадрлар алмасуын сипаттайтын желілік протоколы Peering Management Protocol (PMP) [15] жауап береді.

Көршілес B станциямен байланыс орнату үшін A станциясы Peering Open Frame байланыс орнату қызметтік кадр-сұранысын жібереді, сонымен қатар B станциясынан келген кадрға Peering Confirm Frame кадр-растаумен жауап береді (2.2 – сурет). Орнатылған байланысты тоқтату үшін A станциясы B станциясына Peering Close Frame қызметтік кадрын жібереді. Барлық қызметтік кадрларының жеткізілуі АСК кадрымен расталады және АСК растауын қабылдамаған кадрлар қайта жіберіледі. Сондықтан қызметтік кадрлар бірге жуық ықтималдықпен жеткізіледі, және екі станцияда байланыс күйі жоғары ықтималдықпен синхрондалады. Демек NHDP протоколына қарағанда, бұл протокол қосылу жағдайларын синхрондауымен ББМ классына жатады.



2.2 – сурет. Байланыс орнату кезінде
қызметтік кадрлармен алмасу

2.4 Wi-Fi Mesh желілеріндегі маршрутизация. Маршрутизация протоколы

Wi-Fi Mesh желілеріндегі маршруттау протоколы ретінде әдетте HWMP (ағылшын: Hybrid Wireless Mesh Protocol – сымсыз Mesh желісі үшін гибридті протокол) протоколы қолданылады [3]. Ол MANET желілеріндегі қарапайым реактивті маршруттау протоколы AODV реактивті протоколында негізделген. HWMP мен AODV арасындағы айтарлықтай айырмашылық маршруттау метрикасында, сондай-ақ гибридті (бірлесіп қолданылатын реактивті және проактивті) жұмыс режимін пайдалану болып табылады. HWMP хаттамасының жұмысын толығырақ қарастырайық. Реактивті жұмыс режимінен бастайық.

Егер белгілі бір тағайындалған станцияға маршрут табуға тура келсе, бастапқы станция тағайындалған станцияның мекен-жайына PREQ (ағылшын.: Path REQuest) хабарламасында сұрау жібереді. PREQ хабарламасында сұраныстың өткен жолының метрикасының мәнін қамтитын арнайы өріс бар, ол сұраныстың ретрансляциясы кезінде өзгеріп отырады. Осы протоколдың ерекшелігі – тікелей маршруттың метрикасы емес, яғни бастапқы станциядан PREQ қайта жіберетін станцияға дейін, ал керісінше. Нәтижесінде, тағайындалған станция PREQ хабарламасын алған кезде, өзінен бастапқы станцияға дейінгі метриканы қабылдайды.

PREQ-да, сұраныстың реттік нөмірі бар, ол әр сұранысты генерациялау кезінде 1-ге көбейеді және ретрансляция кезінде өзгермейді. Сұраныстың реттік нөмірі, бастапқы және тағайындалған станцияларның мекен-жайларымен бірге сұранысты анықтайды.

PREQ хабарламасын қабылдаған станция, тағайындалған пункт болмаса, келесі шарттардың біреуі орындалатын болса, PREQ хабарламасын қайта жібереді:

- Осындай ID-мен PREQ хабарламасы алғаш рет алынды, немесе
- Жаңа PREQ хабарламасында көрсетілген метрика ескі PREQ хабарламасында көрсетілген метрикаға қарағанда жақсы.

PREQ хабарламасын қайта жіберуден басқа, станция, осы PREQ хабарламасын жіберген станцияның мекен-жайын сақтайды. Егер шарттың ешқайсысы орындалмаса, сұраныс еленбейді және ешқандай әрекет қабылданбайды.

PREQ хабарламасын қабылдаған станция, тағайындалған станция болып шықса, және шарттардың кем дегенде біреуі орындалса, онда PREQ хабарламасын жіберген станцияға сұранысқа жауап ретінде PREP (англ.: Path REPly) хабарламасын жібереді. Бұдан басқа, ол PREQ хабарламасынан алынған қайтару маршрутын өзінің ретрансляция кестесінде сақтайды.

PREP хабарласамы бастапқы станцияға ең жақсы жолмен жеткізіледі: әрбір қайта жіберу станциясы PREP хабарламасын ең үздік метрикасымен PREQ хабарламасын жіберген станцияға жібереді. Сонымен қатар, қайта жіберу станциялары алдыңғы және кері бағыттарға сәйкес маршруттау кестелерінде жазбалар жасайды.

Сұранысқа жауап бастапқы станцияға келгенде, барлық қайталау станцияларында тағайындалған станцияға дейінгі маршрут туралы мәліметтер жазылады, және маршрут салынады.

ББМ екі станция арасындағы байланысты жабуы мүмкін және осы қосылымды қамтитын маршруттар жарамсыз болады. HWMP қате туралы хабарлау механизмін қамтиды. Ол келесідей жұмыс істейді.

Барлық қайта жіберу станциялары маршрутизация кестесінде әрбір жазба үшін бірнеше станцияларды – алдыңғы ретрансляторларын бақылап отырады. Қандай да бір станциямен байланыс тоқтатылған кезде маршрутизация кестесінде келесі ретранслятор ретінде осы станция адресі көрсетілген жазба анықталады. Осы жазбасы бар барлық алдыңғы

ретрансляторларға станция, тағайындалған станция мекен жайы көрсетілген, PERR (англ.: Path ERRor) хабарламасын жібереді. Осындай хабарламаны алғаннан кейін, станция оны өзінің алдыңғы ретрансляторларына жібереді, және маршрутизация кестесінен жазбаны жояды.

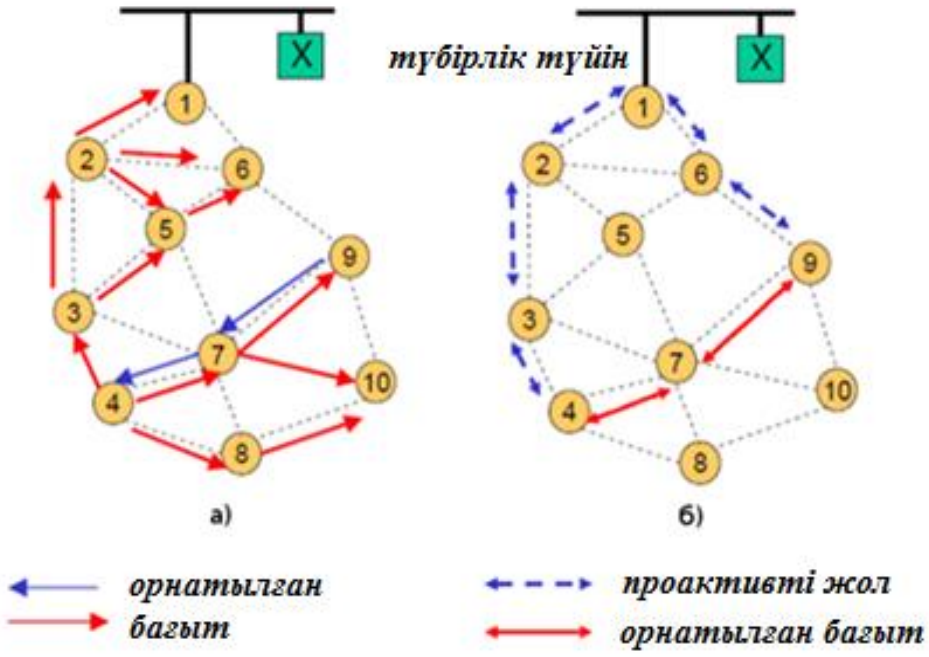
Проактивті режим реактивті режимнен желіде түбірлі станциялардың тағайындалуымен ерекшеленеді(2.3 – суретті қараңыз). Негізінен түбірлі станциялар ретінде интернетке шлюз болып табылатын станцияларды таңдайды.

Түбірлік станциялар периодты түрде PREQ хабарламасы сияқты бірдей таратылатын RANN хабарламасын (ағылшын: Root ANNouncement-түбірлік станция жайла хабарландыру) жібереді және оның көмегімен желідегі барлық станциялар түбірлік станцияға ең қысқа жол туралы ақпарат алады. RANN хабарында RANN хабарламасын алған станция түбірлік станцияға PREQ хабарламасын жібере алатын жағдайға байланысты арнайы жалауша болуы мүмкін. Бұл тарату арқылы түбірлік станция желідегі қалған станцияларға дейінгі ең қысқа жолды біледі.

Сондай-ақ, проактивті режим түбірлік станциялардың PREQ хабарламаларының таратылуымен жүзеге асырылуы мүмкін.

Хаттама бір мезгілде реактивті және проактивті режимдерді пайдалануға мүмкіндік береді.

Егер екі түбірлік емес станциялар арасында деректерді тасымалдау қажет болса, деректер түбірлік станция арқылы беріледі. Бірақ егер деректер көлемі үлкен болса, станциялардың біреуі екіншісіне тікелей бағытты реактивті түрде таба алады.



2.3 – сурет. Реактивті (а) және проактивті (б) режимдерде 4 түйіннен 9 түйінге дейінге маршруттың тұрғызылу мысалы

Ретрансляция. Дестелер маршруттау кестесіндегі жазбаларға сәйкес тасымалданады. Жазбаның идентификаторы тағайындалған станцияның мекен-жайы болып табылады. Идентификатордан басқа, жазбада маршрут бойынша келесі ретранслятор мекенжайы, маршрут метрикасы және жазбаның өмір сүру уақыты көрсетіледі.

3 Есептеу бөлімі

3.1 Сымсыз байланыс желілірінің көрсеткіштерін есептеу

Сымсыз байланысты есептеу бір бірімен сымсыз байланысқан станциялардың арасындағы сапалы байланыс көрсеткіштерін есептеуге әкеледі.

Арақашықтығы 0,2 км
Жиілік диапазоны 2,4-2,483 ГГц
Антенна диаметрі 60 см
Антеннаның күшейткіші 38 дБ
Таратқыш қуаты 21 дБ
Жүйе коэффициенті 110 дБ
Орташа қашықтығы 10 км
Жердің қисықтық радиусы келесі формула бойынша есептеледі:

$$y = \left(\frac{R_0^2}{2a}\right) \cdot k(1-k) \qquad (3.1)$$

мұндағы а – Жердің қисықтық радиусы;

R_0 – арақашықтығы;

$k = {}^{R_i}/_{R_0}$ - нүктенің салыстырмалы координаты, Жердің қисықтық радиусы үшін. k=0,5.

$$y = \left(\frac{R_0^2}{2a}\right) \cdot k(1-k) = \left(\frac{0{,}2^2}{2 \cdot 6370}\right) \cdot 0{,}5 \cdot (1-0{,}5) = 0{,}78 \cdot 10^{-6}\text{, (км)}$$

Арақашықтықтың кез келген нүктесінде Френель аймағының минимал радиусын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot R_0 \cdot \lambda \cdot k \cdot (1-k)} \qquad (3.2)$$

мұндағы λ – толқын ұзындығы,

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2{,}4 \cdot 10^9} = 0{,}125 \text{ (м)}$$

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}125 \cdot 0{,}5 \cdot (1 - 0{,}5)} = 0{,}045 \text{ (м)}$$

Рефракция есебінен болатын саңылау үстелуінің шамасын келесідей анықтаймыз:

$$\Delta H(g + \sigma) = -\frac{R_0^2}{4}(g + \sigma) \cdot k(1 - k) \qquad (3.3)$$

мұндағы g – вертикаль градиеттің орташа шамасы, Алматы қаласы үшін $-11*10^{-8}$ 1/м.

σ – стандартты ауытқу, Алматы қаласы үшін $11*10^{-8}$ 1/м.

$$\Delta H(g + \sigma) = -\frac{200^2}{4}(-11 \cdot 10^{-8} + 11 \cdot 10^{-8}) \cdot 0{,}5(1 - 0{,}5) \approx 0 \text{ (м)}$$

Онда рекфракция есебінсіз саңылау:

$$H(0) = H_0 - \Delta H(g + \sigma) = 0{,}045 - 0 = 0{,}045 \text{ (м)}$$

Тыну резервін есептеу келесі формула арқылы анықтауға болады:

$$F_t = SG + G_{тар} + G_{қаб} - L_0 - 2\eta \qquad (3.4)$$

мұндағы, SG – жүйенің күшейту коэффициенті;

$G_{тар}$,$G_{қаб}$ – таратқыш және қабылдағыш антеннаның күшейтуі;

2η – антенна фидерлі тракттың ПӘК, 3 дБ деп аламыз.

Радиотолқындардың кеңістікте таралу өшулігі:

$$L_0 = 20 \cdot (\lg f + \lg R_0) + 32{,}45 \qquad (3.5)$$

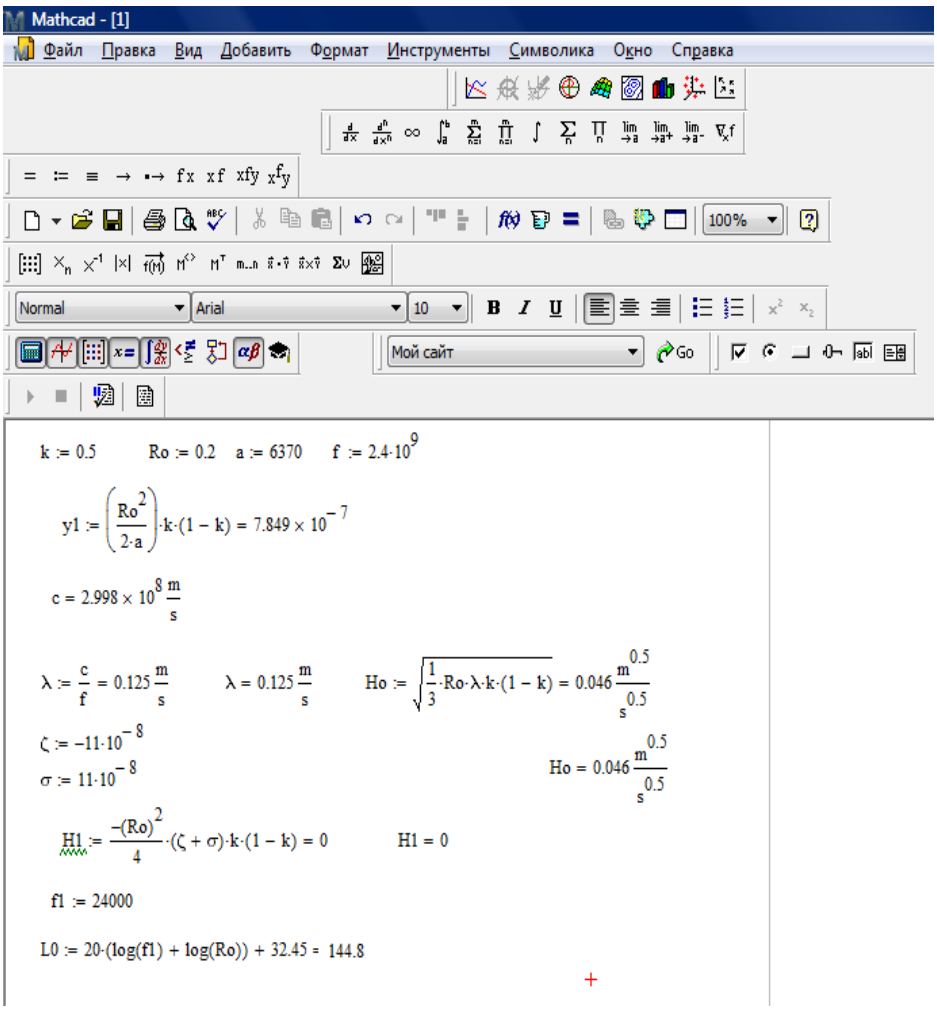
Мұндағы, f – диапазонның орташа жиілігі, МГЦ;

R_0 – арақашықтық ұзындығы, км.

$$L_0 = 20 \cdot (\lg 24000 + \lg 0{,}2) + 32{,}45 = 144{,}8$$

$$F_t = 110 + 38 + 38 - 144{,}8 - 3 = 35 \text{ (дБ)}$$

Mathcad бағдарламасында есептеулер жүргіземіз.



3.1 – Сурет. Mathcad бағдарламасындағы есептеулер

Жаңбырдың салдарынан байланыс уақытының нашарлауын есептеу. Қазақстан Е-аймағына қатысты, сол үшін жауын-шашынның қарқындылығы (уақыттың 0,01% -нан асып кеткен)

$$R_{0,01} = 22\ \frac{\text{мм}}{\text{сағ}}$$

2,4 ГГц жиілікте көлденең және тік поляризация үшін α және к коэффициенттері

$\alpha_H = 1{,}132$, $\alpha_V = 1{,}1028$,
$к_H = 0{,}0597$, $к_V = 0{,}05486$.

Анықтау қашықтығы келесі формула бойынша анықталады:

$$d_0 = 35 \cdot \exp(-0{,}015 \cdot R_{0,01}) = 35 \cdot \exp(-0{,}015 \cdot 22) = 25{,}16\ (\text{км})$$

Төмендету коэффициенті келесі формула бойынша анықталады:

$$r = \frac{1}{1+\frac{R_0}{d_0}} \quad (3.6)$$

$$r = \frac{1}{1+\frac{2,3}{25,16}} = 0,91$$

Көлденең және тік поляризацияға арналған жауын-шашынның меншікті әлсіреуі:

$$\gamma_H = k_H \cdot \alpha_H \cdot R_{0,01} = 0,0597 \cdot 1,132 \cdot 22 = 1,48 \text{ дБ}$$

$$\gamma_V = k_V \cdot \alpha_V \cdot R_{0,01} = 0,05486 \cdot 1,1028 \cdot 22 = 1,33 \text{ дБ}$$

Тиімді ұзындығы формула бойынша анықталады:

$$d_T = r \cdot R_0 \quad (3.7)$$

$$d_T = 0,91 \cdot 2,3 = 2,09 \text{ (км)}$$

Уақыттың 0,01% -нан асып кеткен трассадағы өшулікті бағалау келесі формуламен өрнектеледі:

$$A_{0,01} = \gamma \cdot d_T \quad (3.8)$$

$$A_{0,01} = 1,48 \cdot 2,09 = 3,1 \text{ (дБ)}$$

Т уақытының басқа пайызы үшін асып кету өшуліктің анықталуы келесі теңдеуден анықталуы мүмкін:

$$\frac{A_T}{A_{0,01}} = 0,12 \cdot T^{-(0,546+0,043 \cdot lgT)}$$

$A_T = F_T$ осы формулаға қойып, жаңбыр тудыратын өшуліктің пайда болу уақытын анықтауға болады.

$$T = 10^{11,62 \cdot (-0,546+\sqrt{0,29812+0,172 \cdot lg(0,12 \cdot \frac{A_{0,01}}{F_T}}} \text{ (\%)} \quad (3.9)$$

Сонымен қатар $\frac{A_{0,01}}{F_T} < 0,154023$ болса, онда $\frac{A_{0,01}}{F_T} = 0,155$ деп қабылдаймыз.

$$\frac{A_{0,01}}{F_T} = \frac{3,1}{35} = 0,088 < 0,154023 \Rightarrow = 0,155$$

$$\text{T} = 10^{11,62\cdot(-0,546+\sqrt{0,29812+0,172\cdot lg(0,12\cdot 0,155}} = 8\cdot 10^{-7}\%$$

Радиотолқындарының суб-рефракциясы нәтижесінде туындаған байланыстың нашарлау уақытын есептеу.

Араластардың ұзындығы өте кішкентай және кедергілердің өлшемдері маңызды емес, ал антенналар үлкен салыстырмалы саңылаумен тұрақты көру аймағында орналасқандықтан, радиотолқындардың суб-рефракциясынан туындаған байланыстың нашарлау уақыты есептелмейді.Салыстырмалы түрде оны 10^{-5} тең деп аламыз.

Қолжетімсіздік стандарттарын тексеру:

Қолжетімсіздік мөлшерлемесі формула бойынша есептеледі:

$$UR_{\text{қос}} = 0,3\cdot\frac{L}{2500}$$

$$UR_{\text{қос}} = 0,3\cdot\frac{2,3}{2500} = 0,000276\%$$

Жаңбырдың және радиотолқындардың суб-рефракциясынан туындаған байланыстың нашарлау уақыты:

$$\text{T}\ \% = 8*10^{-7} + 10^{-5} = 10^{-5}\ \%.$$

Нормалармен алынған мәндерді салыстыру кезінде, бұл мәндер нормалардан аз, яғни, нормалар орындалды.

Көпсәулеленумен таралу салдарынан байланыстың нашарлау уақытын есептеу. Көпсәулеленумен таралу салдарынан байланыстың нашарлау жалпы ұзақтығы жазық және селективті тынулардың қосындысына тең:

$$P = P_{\text{жаз}} + \text{P}_{\text{сел}} \qquad (3.10)$$

Жазық тынулардың салдарынан болатын, ұзақ мерзімді байланыстың нашарлауы формула арқылы анықталады:

$$P_{\text{жаз}} = K\cdot Q\cdot f^B\cdot d^C\cdot\left(\frac{W}{W_B}\right) = K\cdot Q\cdot f^B\cdot d^C\cdot 10^{-\frac{A}{10}},\% \qquad (3.11)$$

мұндағы А – тынудың тереңдігі, дБ, F_T шамасына сәйкес келеді;

W_0 – тыну болмаған жағдайда қабылданатын сигнал қуаты;
d – трасса ұзындығы, км;
f - жиілігі, ГГц;
B және C - аймақтық әсерлерді ескеретін коэффициенттер;
K - аймақтың рельефі және климаттың әсерін ескеретін коэффициент;
Q – d және f параметрлерінен өзге параметрлерді ескеретін коэффициент.

Ең төменгі антенна мен қабылдағыш антеннасының орнатылу биіктігі теңіз деңгейінен кемінде 700 метр жоғары жердегі радиоарна байланысы үшін K коэффициенті келесі формула бойынша есептеледі,

$$K = P_L^{1,5} \cdot 10^{-(6,5-C_{lat}+C_{lon})} \quad (3.12)$$

мұндағы P_L=5% тік градиентті рефракция уақытының пайызы. C_{lat}=0, C_{lon}=0 берілген аймақ коэффициенттері.

Q коэффициентін келесі формула арқылы анықтаймыз:

$$Q = (1 + |\varepsilon_P|)^{-1,4} \quad (3.13)$$

мұндағы $|\varepsilon_P|$ радиосәуленің көлбеу бұрышы (мрад)

$$|\varepsilon_P| = \frac{|h_1+h_2|}{d} \quad (3.14)$$

мұндағы h_1 және h_2 теңіз деңгейінен антеннаның орнатылуы, м;
d – трасса ұзындығы, км.

Жазық тынулардың салдарынан болатын, байланыстың нашарлау ұзақтығын есептейміз:

$$K = 0,05^{1,5} \cdot 10^{-6,5} = 3,5 \cdot 10^{-9}$$

$$|\varepsilon_P| = \frac{|900 - 872|}{2,3} = 12 \text{ (мрад)}$$

$$Q = (1 + |12|)^{-1,4} = 0,027$$

$$B = 0,89 \quad C = 3,6$$

$$P_{жаз} = 3,5 \cdot 10^{-9} \cdot 0,027 \cdot 18^{0,89} \cdot 2,3^{3,6} \cdot 10^{-\frac{35}{10}} = 7,8 \cdot 10^{-12}, \%$$

Байланыстың нашарлау уақытының рұқсат етілген нормасын анықтаймыз:

$$SES = 0{,}054 \cdot \frac{L}{2500} = 0{,}054 \cdot \frac{2{,}3}{2500} = 49 \cdot 10^{-6}\%$$

Алынған нәтижелерді нормамен салыстырғанда, нормаға сәйкес екені көрінеді.

3.2 Байланысты басқару механизмдерін зерттеу

Байланысты басқару механизмдері (ББМ), станциялардың жылжып отыруы нәтижесінде, арна сапасы уақыт бойынша өзгеріп отыратын желілерде жұмыс жасау үшін негізделген. А және В станциялары арасында Бернулли арнасы, және уақыт бойынша өзгеріп отыратын табысты тарату мүмкіндігі p ықтималдығы бар болсын.

IEEE 802.11 стандарты бойынша дестелерді тарату мүмкіндіктерінің санының шектелуі, қажетті сапалы қызмет көрсетуі бар дестені төменгі p мәні бар байланыс арнасы бойынша жіберуге мүмкіндік бермейді. Бұған қоса, дестелерді тарату үшін табысты тарату ықтималдығы төмен байланыстарды қолдану, арна ресурстарының шығындалуына әкеледі. Қарастырылып отырған MANET және Wi-Fi Mesh желілерінде мәліметтерді тарату үшін тек симметриялық байланыс қолданғандықтан, байланысты басқару механизмдері симметриялы деп, бастапқы берілген p_o шамасынан жоғары дестенің табысты тарату p ықтималдығын қамтамасыз ететін байланысты қолдау керек.

P-ның ағымдағы мәні туралы және, тиісінше, байланыс күйі туралы шешім кейбір статистикалық ақпарат негізінде жасалады.

Дипломдық жобада соңғы қабылданған r немесе жоғалған s қызметтік хабарламалары: бикон және HELLO-хабарламалары, арқылы байланыс күйі туралы шешім қабылдайтын, MANET және Wi-Fi Mesh желілерінде қолданылатын байланысты басқару механизмдері қарастырылады. Арна күйін анықтау кезінде қателіктер болуы ықтимал.

Дегенмен, желінің сыйымдылығына қателер пайда болу ықтималдығы емес, байланыс күйінің p шектелуіне сәйкес келмейтін уақыт бөлігі әсер етеді, сондай-ақ байланыс күйінің өзгеру жиілігі - байланыстың ауытқуы болып табылады.

Байланыстың күйі туралы ақпарат MANET және Wi-Fi Mesh желілерінде маршруттау хаттамасымен сенімсіз таратылады, сондықтан байланыстың жанында орналасқан станциялар, осы байланыс туралы әртүрлі ақпарат алуы мүмкін, бұл байланыс күйінің жиі өзгеріп отыруы, бағдарлар мен басқа да маршрутизация қателерінің циклына әкеледі және деректерді қажетті қызмет көрсету сапасымен таратуға мүмкіндік бермейді.

Байланыс күйі туралы шешім қабылданатын статистикалық деректер көлемінің ұлғаюы байланыс күйіне қатысты шешімдерді қабылдау уақытын

арттырады, бұл мобильді сценарийде желінің логикалық жүйесіз болуына әкелуі мүмкін.

Жоғарыда айтылғандарға сүйенсек, ББМ-нің тиімділік көрсеткіштері: p_0, байланыстың ауытқуы және шешім қабылдау жылдамдығы бойынша анықталған шектеулері бар, ББС-нің көрсеткіштерінің рұқсат етілген мәндері облысын анықтауға қызығушылық туады. Математикалық жағынан, бұл шектеулер 3.3-бөлімде келтірілген.

3.3 Байланысты басқару механизмінің тиімділік көрсеткіштері

Желінің тиімді жұмыс істеуі үшін ББМ симметриялы күйде тек деректерді табысты жіберудің жоғары p ықтималдығын қамтамасыз ететін байланыстарды ғана орнатуы керек. $<T_{SYM}>$ - байланыс күйі симметриялы болған соң өзгермеген, байланыс күйінің уақыт интервалының орташа ұзақтығы, ал $<T_{\overline{SYM}}>$ - байланыс күйі симметриялы емес, яғни, жабық, бір бағытты байланыс немесе осы екі жағдайды ауыстырып отыратын уақыт интервалының орташа ұзақтығы болсын. Кездейсоқ уақыт интервалында байланыс күйінің симметриялы болу π ықтималдығы төмендегідей анықталады:

$$\pi = \frac{<T_{SYM}>}{<T_{SYM}> + <T_{\overline{SYM}}>} \tag{3.15}$$

$< T_{SYM} >$, $< T_{\overline{SYM}} >$ және сәйкесінше π p шамасынан тәуелді болғандықтан, оларды $< T_{SYM} > \equiv < T_{SYM} > (p)$, $< T_{\overline{SYM}} > \equiv < T_{\overline{SYM}} > (p)$ және $\pi \equiv \pi(p)$ деп жазуға тура келеді.

ББМ-нің кез келгені жоғарыда жазылған талаптарды қанағаттандыру қажет [15].

1 p>p0 болатын байланыстар негізінен симметриялы, ал p<p0 болатын байланыстар асимметриялы болуы керек. ББМ-не бұл талапты математикалық түрде төмендегідей келтіруге болады:

$$\pi > \frac{1}{2} \leftrightarrow p > p_0 \tag{3.16}$$

яғни, $\pi > \frac{1}{2}$ кезінде байланыс үлкен ықтималдықпен симметриялы, ал $\pi < \frac{1}{2}$ кезінде байланыс үлкен ықтималдықпен асимметриялыболып келеді.

3.2 бөлімде құрастырылған аналитикалық модельді қолдану арқылы π (p) үздіксіз өспелі монотонды функция болып табылатыны анықталды. Сондықтан, формуласы төмендегі көрсетілген формулаға баламалы болып келеді:

$$\pi(p_0) = \frac{1}{2} \tag{3.17}$$

2 Симметриялық байланыстар тұрақты болуы керек: тұрақты p үшін байланыс күйі жиі өзгермеуі керек. Тек осы жағдайда, желі арқылы таратылатын, осы байланыс туралы ақпарат шын мәнінде және бұл байланыс дестелерді маршруттауға сәтті қолданылуы мүмкін. Осы жұмыста байланыс күйінің ауытқуын сипаттау үшін келесідей шама енгізіледі:

$$g = \frac{1}{<T_{SYM}>+<T_{\overline{SYM}}>} \tag{3.18}$$

Демек, g неғұрлым кіші боолған сайын, байланыс соғұрлым тұрақты болып келеді. Сонымен қатар, $\frac{1}{2g} = \frac{<T_{SYM}>+<T_{\overline{SYM}}>}{2}$ шамасы байланыс күйінің симметриялы жағдайынан асимметриялы жағдайына және керісінше ауысып отыратын екі жағдайдың арасындағы орташа уақыт аралығын көрсетеді. T_{update} – берілген байланыс туралы ақпаратты тарату периоды болсын. Сонда, желі бойынша таратылатын берілген байланыс туралы ақпарат дұрыс болуы және маршрутизация хаттамаларымен қолданылуы үшін келесі шарттың орындалу қажет:

$$\forall p < 1 \Rightarrow \frac{1}{2g} \gg T_{update} \tag{3.19}$$

3 ББМ байланыс күйін симметриялы күйге ауыстыру туралы шешім қабылдау үшін біраз уақыт керек. Осы жұмыста қарастылырған үшінші тиімділік көрсеткіші ретінде, байланыс күйінің симметриялы күйіне ауысқан кездегі кідіріс уақыты $< T_{delay} >$ қарастырылады.

Ұялы желіде кідіріс $< T_{delay} >$ - бұл p шамасы p_0 шамасына жеткен уақыттан, байланыс симметриялы болған уақытқа дейінгі уақыт аралығы. Бұл кідірістің себебі – қабылданған бикондар туралы статистиканы жинау қажеттілігі. Әлбетте, байланыс күйінің өзгеруі туралы шешім, байланыс күйі нашарлағанға дейін және p шамасы p_0 шамасынан төмен болғанға дейін, қабылдануы керек. $< T_{link} >$ - $p \geq p_0$ кезіндегі уақыт аралығы болсын. Онда келесі шарт орындалу керек:

$$< T_{delay} > \lll < T_{link} > \tag{3.20}$$

Егер станциялардың жылжу жылдамдығы тым жоғары емес болса және p шамасы уақыт өте аз өзгерсе, онда

$$< T_{delay} > \sim < T_{\overline{SYM}}(p_0) >$$

Егер станциялардың жылжу жылдамдығы жоғары, p шамасы уақыт өте өзгерсе, онда

$$< T_{delay} > \sim r$$

Жалпы айтқанда, осы шарттар байланыс күйінің жабылуы кезіндегі кідіріске де қатысты. Дегенмен, байланыс белсенді болған жағдайда, яғни, деректер жіберіліп жатқанда, егер бірнеше дестелер сәтсіз жіберілген болса, байланыс жабылуы мүмкін. Осылайша, белсенді байланыстарды жабудағы кідіріс жеткілікті аз болады, бұл желі жұмысына әсер етпейді. Белсенді емес қосылымды жабу кезінде кідіріс желі жұмысына әсер етпейді, сондықтан оны ескермеуге болады. Осы бөлімде енгізілген тиімділік көрсеткіштерінің мәндері келесі бөлімде жасалған аналитикалық модель арқылы анықталған.

3.4 Байланыс күйінің синхронизациясыз ББМ-нің моделі

2.1 бөлімде сипатталғандай, әр станция басқа станциялармен байланыс күйін, осы станциялардың HELLO-хабарламаларын периодты түрде тарату негізінде анықтайды. NHDP аналитикалық моделін әзірлеу кезінде әр станция HELLO-хабарламаларын міндетті түрде периодты, интервал ұзақтығы бірге жуық болатын, бірдей уақыт интервалымен жібереді деп есептейміз.

Сондай-ақ, HELLO хабарларының сәтті жіберілуі p ықтималдықпен туындайтын өзара тәуелсіз оқиғалар деп санаймыз. NHDP байланыс күйін синхрондамағандықтан, бұл жағдай A және B станцияларының тұрғысынан әртүрлі болуы мүмкін. жалпыға бірдей жоғалтпай, 3.1 бөлімде енгізілген тиімділік көрсеткіштерін A станциясында ғана анықтаймыз. Сонымен қатар, байланыс күйін қысқаша, кейбір станция тұрғысынан, станция жағдайы деп атаймыз.

Станция жағдайының өзгеріп отыруын, жеңілдетілген түрде диаграмма түрінде және жағдайлардың өзара ауысу ережелері негізінде келтіруге болады (3.1 – сурет)

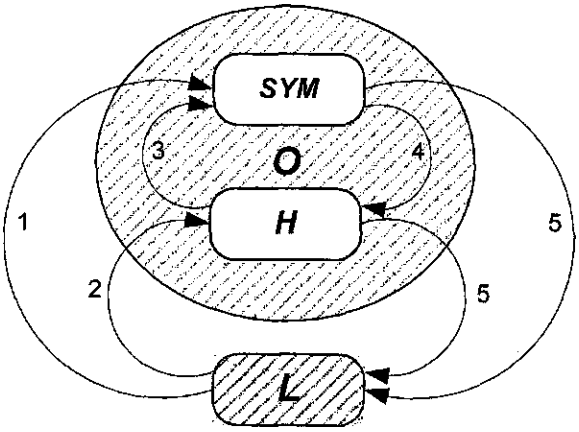
1. Егер A станциясы L жағдайында болып, B стациясынан қатар r HELLO-хабарламаларын қабылдап, және соңғы қабылдаған хабарламада A станциясының адресі көрсетілген болса, онда ол SYM жағдайына ауысады.
2. Егер A станциясы L жағдайында болып, B стациясынан қатар r HELLO-хабарламаларын қабылдап, және соңғы қабылдаған хабарламада A станциясының адресі көрсетілмеген болса, онда ол H жағдайына ауысады.
3. Егер A станциясы H жағдайында болып, B стациясынан A станцияның адресі көрсетілген HELLO-хабарламасын қабылдаса, онда ол SYM жағдайына ауысады.
4. Егер A станциясы SYM жағдайында болып, B стациясынан A станцияның адресі көрсетілмеген HELLO-хабарламасын қабылдаса, онда ол H жағдайына ауысады.
5. Егер A станциясы H немесе SYM жағдайында болып, B стациясынан қатар s HELLO-хабарламаларын қабылдамаса, онда ол L жағдайына ауысады.

NHDP хаттамасында r=1, ал s=3. Біз хаттама параметрлерінің ең жақсы мәндерін таңдауға мүмкіндік беретін жалпы жағдайды қарастырамыз.

Модельдің сипатын келесідей тұрғызамыз [17]. Алдымен, А станциясы кез келген уақыт аралығында SYM жағдайда болатын π ықтималдығын анықтаймыз. Содан кейін, осы станция SYM жағдайында болатын $< T_{SYM} >$ уақыт аралығының орташа ұзақтығын анықтаймыз. Белгілі π және $< T_{SYM} >$ шамаларында g шамасын келесі формуламен анықтаймыз:

$$g = \frac{\pi}{<T_{SYM}>} \tag{3.21}$$

3.3.1 SYM жағдайында болу ықтималдығын анықтау. Әр станцияның H және SYM жағдайларын O жағдайына біріктіреміз. Біріншіден, А станциясының O жағдайында болу P_O ықтималдығын, кейін А станциясының SYM жағдайында болу π ықтималдығын анықтаймыз.



3.1 – сурет. NHDP хаттамасының жағдайлар диаграммасы

P_O шамасын анықтаған кезде, екі станция бір бірінен тәуелсіз L және O жағдайларының арасында ауысып отыратынына назар аударайық, өйткені бұл ауысулар HELLO-хабарламаларының мазмұнына емес, яғни, станция L-дан O жағдайына r HELLO-хабарламаларының қатар келіп түсуі кезінде ауысуы; станция кері ауысуды s HELLO-хабарламаларының қатар жоғалуы кезінде, а тек түсуіне немесе жоғалуына байланысты.

Әрбір станцияның (А және В) күйінің эволюциясын дискретті уақыт процессімен көрсетуге ыңғайлы. O және L жағдайларының арасындағы ауысу $J_{OL}(t)$ процессі On-Off процессі болып табылады. Бұл процесс үшін келесі қатынастық келеді:

$$P_0 = \frac{<T_0>}{<T_0>+<T_L>} \tag{3.22}$$

Сондықтан, P_O шамасын, $< T_0 >$ және $< T_L >$ орташа ұзақтықтарын біліп анықтауға болады. Алдымен $< T_0 >$ табамыз.

1. O жағдайының $< T_0 >$ ұзақтығы келесідей анықталады:

$$< T_0 >= \frac{1-(1-p)^s}{p(1-p)^s} \quad (3.23)$$

Дәлелдеу. А станциясы В станциясынан бастапқы t_0=0 уақыт мезетінде HELLO-хабарламасын алып, О жағдайына ауыссын. Станция күйінің өзгеруін, L жұтылатын жағдай және $O^{(j)}$ жұтылмайтын жағдайлары бар, $J_O(t)$ марковтық процесс түрінде көрсетуге болады, мұндағы, j индексі оң бүтін шамаларды (0,..,s-1) қабылдайды және қанша HELLO-хабарламалар қатар жоғалғанын көрсетеді. Бұл процестің орташа ұзақтығы $< T_0 >$-ге тең.

$J_O(t)$ процессінің циклы деп, $O^{(0)}$ жағдайынан басталып не жұтылатын жағдайға, не $O^{(0)}$ жағдайына алғаш келіп аяқталған субпроцессі атаймыз. Егер цикл $O^{(0)}$ жайдайымен аяқталса, онда ол сәтті деп есептейміз. Кері жағдайда, яғни жұтылатын жағдаймен аяқталған цикл, сәтсіз болады.

HELLO-хабарламалары цикл ішінде қабылданбағандықтан, сәтті цикл ұзақтығы 1-ден s-ке дейінгі ұзақтық, ал сәтсіз циклдің ұзақтығы әрдайым s-ке тең. Цикл сәтсіз болуы үшін, s HELLO-хабарламалары жоғалуы керек. Бұл $(1-p)^s$ ықтималдықпен орындалады. $1-(1-p)^s$ ықтималдықпен цикл сәтті болып табылады. Цикл ұзақтығы $k, k = \overline{1, s}$, егер ол сәтті, және ықтималдығы:

$$p_k = \frac{(1-p)^{k-1}p}{1-(1-p)^s}$$

$J_O(t)$ процессінің орташа ұзақтығын анықтау үшін функцияларды генерациялайтын аппаратты қолданамыз. Біріншіден, сәтті және сәтсіз циклдердің ұзақтығына сай келетін генерациялау функцияларын, сондай-ақ циклдердің санын жазамыз. Содан кейін біз процестің ұзақтығына генерациялау функциясын жазамыз және $< T_0 >$ мәнін табамыз.

Сәтті циклдың ұзақтығын бөлу үшін f (z) генерациялау функциясы:

$$f(z) = \sum_{k=1}^{s} p_k z^k = \sum_{k=1}^{s} \frac{(1-p)^{k-1}p}{1-(1-p)^s} z^k = \frac{pz(1-z^s(1-p)^s)}{(1-(1-p)^s)(1-z(1-p))}$$

Сәтсіз цикл ұзақтығы g(z) генерациялау функциясы:

$$g(z) = z^s$$

Процесс m сәтті циклдар мен бір сәтсіз циклдан тұрады. Кез келген циклдің сәтсіз болу ықтималдығы $\pi = (1-p)^s$ тең болса, онда сәтті циклдардың m саны $\pi(1-\pi)^m$ ықтималдығымен, яғни сәтті циклдар санының π табысты ықтималдықпен геометриялық бөлінуі бар және генерацияланған функция:

$$F(z) = \frac{\pi}{1-(1-\pi)^z} = \frac{(1-p)^s}{1-(1-(1-p)^s)z}$$

Барлық сәтті циклдердің жалпы ұзақтығын генерациялау функциясы F(f(z))-ке тең болады, өйткені сәтті циклдердің саны m бұл кездейсоқ айнымалы болып табылады, бұл циклдердің ұзақтығы бойынша тәуелсіз болып келеді. Демек, бүкіл процестің ұзақтығын генерациялау функциясы келесі өрнекпен анықталады:

$$\Omega_0(z) = F\big(f(z)\big) * g(z) = \frac{(1-p)^s(1-z(1-p))z^s}{1-z+z^{s+1}p(1-p)^s}$$

$J_O(t)$ процессінің $< T_0 >$ ұзақтығының математикалық күтімі оның генерациялайтын функциясының туындысына тең болғандықтан, $\Omega_0(z)$ дифференциалдасақ 3.23 формуласын аламыз.

Жоғарыда келтірілген дәлелдеудегі O-ны L-ға, p-ны 1-p-ға және s-ті r-ға ауыстырып келесіні аламыз.

2. L жағдайының $< \mathbf{T_L} >$ ұзақтығы келесі өрнекпен анықталады:

$$< T_L >= \frac{1-p^r}{(1-p)p^r} \qquad (3.24)$$

$< \mathbf{T_0} >$ және $< \mathbf{T_L} >$ шамаларын біліп, P_O-ны (3.22) формуласымен анықтаймыз, кейін π-ді келесі өрнек арқылы анықтаймыз.

3. Станция SYM жағдайында болу π ықтиамалдығы төмендегі формуламен анықталады:

$$\pi = P_0^2 \qquad (3.25)$$

Дәлелдеу. A станциясы SYM жағдайында төмендегі екі шарт орындалғанда ғана болады:

1. A станция O жағдайында болғанда;

2. A станциясы B станциясынан соңғы HELLO-хабарламасын табысты алған сәтте, B станциясы O жағдайында болуы.

Осы шарттардың әрқайсысының орындалу ықтималдығы P_O тең. 1 және 2 шарттың орындалу тәуелсіздігінен (3.11) формуласы әділетті екені көрінеді.

3.3.2 SYM жағдайының орташа ұзақтығын анықтау. A және B станция жағдайларының өзгерісін сәйкесінше $J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ тәуелсіз On-Off процесстерін қарастырамыз, сонымен қатар SYM^* және $\overline{SYM^*}$ жағдайлары арасындағы ауысулар $J_{SYM*}(t)$ процессін тұрғызамыз. $J_{SYM*}(t)$ процессі SYM^*

жағдайында тек $J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ екі процессі O жағдайында болған кезде болады, қалған жағдайда ол $\overline{SYM^*}$ жағдайында болады.

$J_{SYM*}(t)$ процессі, A станциясының SYM және $\overline{SYM}$жағдайлары арасында ауысатын $J_{SYM}(t)$ процессіне ұқсас болып келеді. Айырмашылық тек келесі жағдайларда болады. B станциясының O жағдайына ауысуын A станциясы B станциясынан келген HELLO-хабарламасын қабылдаған кезде ғана біледі. Басқаша айтқанда, A станциясы SYM жағдайына белгілі бір кідіріспен ауысады. Осындай кідіріспен A тсанциясының SYM жағдайынан шығуы да болады, егер оның шығуы B станциясының O жағдайынан шығуымен байланысты болса. Бұл кідірістер шамалы дәрежеде бір бірін теңгереді, және SYM жағдайының $< T_{SYM} >$ орташа ұзақтығын $J_{SYM*}(t)$ процессінің SYM^* жағдайының $< T_{SYM*} >$ орташа ұзақтығы бойынша жоғары дәлдікпен бағалауға болады.

4. $J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ бірдей үлестірім функциясы $F_O(t) = Pr\{T_O \leq t\}$ бар екі тәуелсіз On-Off процесс және O жағдайыныңп $< T_O >$ ұзақтығының математикалық күтімі бар болсын. $J_{SYM*}(t)$ – жоғарыда сипатталған әдіспен құрылған процесс. Онда SYM^* жағдайының $< T_{SYM*} >$ ұзақтығының математикалық күтімі келесі өрнекпен анықталады.

$$< T_{SYM*} >= \frac{< T_0 >}{2}$$

Дәлелдеу. $J_O^{(B)}(t)$ процессі O жағдайында болу $< T_O >$ интервал ұзақтығының f_t дискретті үлестіріміне F(t) үлестірім функциясы сәйкес болсын.

t_0 мезетінде $J_{SYM*}(t)$ процессі SYM^* жағдайына ауыссын. Жалпы алғанда, бұл мезетте $J_O^{(A)}(t)$ процессі O жағдайына ауысты, ал $J_O^{(B)}(t)$ процессі O жағдайында болды деп алайық. $J_O^{(B)}(t)$ процессі O жағдайында болу кезіндегі уақыт интервалын қарастырайық. Осы интервал ұзақтығы τ және t_0 осы интервалға қатысты болуының шартты ықтималдығы $\frac{\tau t_\tau}{<T_O>}$ тең.

$J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ тәуелсіз процесстер болғандықтан, t_0 осы интервалдың кез келген нүктесі болуына теңықтимал, сондықтан интервалдың қалған бөлігі t ұзақтығы болу ықтималдығының тығыздығы:

$$g(t) = \sum_{\tau \leq t} \frac{\tau f_\tau}{< T_0 >} \cdot \frac{1}{\tau} = \frac{(1 - F(t))}{< T_0 >}$$

g(t) үлестірім тығыздығына үлестірім фукнциясы сәйкес келеді:

$$G(t) = \frac{1}{< T_0 >} \int_0^t \big(1 - F(x)\big) dx$$

$J_{SYM*}(t)$ процессінің SYM^* жағдайынан шығуы $J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ процесстерінің кем дегенде біреуінің O жағдайынан шығу кезінде жүзеге асырылады. Осыдан SYM^* жағдайының ұзақтығы x-тан үлкен болу ықтималдығы $\left(1-F(x)\right)\cdot(1-G(x))$ тең, демек оң кездейсоқ шамалар қасиетінен:

$$< T_{SYM*} >= \int_0^{\infty}\left(1-F(x)\right)(1-G(x))dx$$

$\frac{d}{dx}\left(1-G(x)\right) = -\frac{1-F(x)}{T_0}$ болғандықтан

$$< T_{SYM*} >= -< T_0 > \int_0^1 (1-G)d(1-G) = -\frac{< T_0 >}{2}(1-G)^2|_0^1 = \frac{< T_0 >}{2}$$

Осылайша,

$$< T_{SYM*} >= \frac{<T_0>}{2} = \frac{1-(1-p)^s}{2p(1-p)^s} \qquad (3.26)$$

Жоғарыда келтірілген аналитикалық модельді мысал ретінде келтірейік.

SYM жағдайында болу ықтималдығын анықтау үшін, біріншіден, A станциясының O жағдайында болу P_O ықтималдығын, кейін A станциясының SYM жағдайында болу π ықтималдығын анықталады.

P_O шамасын анықтаған кезде, екі станция бір бірінен тәуелсіз L және O жағдайларының арасында ауысып отыратынына назар аударайық, өйткені бұл ауысулар HELLO-хабарламаларының мазмұнына емес, тек олардың түсуіне немесе жоғалуына байланысты. Яғни, станция L-дан O жағдайына r HELLO-хабарламаларының қатар келіп түсуі кезінде ауысуы және станция кері ауысуды s HELLO-хабарламаларының қатар жоғалуы кезінде.

$$P_0 = \frac{< T_0 >}{< T_0 > +< T_L >}$$

Сондықтан, P_O шамасын, $< T_0 >$ және $< T_L >$ орташа ұзақтықтарын біліп анықтауға болады. Алдымен $< T_0 >$ табамыз.

станция L-дан O жағдайына ауысқан кезде r=1 HELLO-хабарламалар қатар келіп түсіп, s=2 HELLO-хабарламалары қатар жоғалды деп қарастырайық

O жағдайының $< T_0 >$ ұзақтығы келесідей анықталады:

$$< T_0 >= \frac{1-(1-p)^s}{p(1-p)^s} = \frac{1-(1-0{,}4)^2}{0{,}4(1-0{,}4)^2} = \frac{0{,}64}{0{,}144} = 4{,}44$$

L жағдайының $< \mathbf{T_L} >$ ұзақтығы келесі өрнекпен анықталады:

$$< \mathrm{T_L} >= \frac{1-\mathrm{p^r}}{(1-\mathrm{p})\mathrm{p^r}} = \frac{1-0{,}4^1}{(1-0{,}4)0{,}4^1} = \frac{0{,}6}{0{,}24} = 2{,}5$$

$< \mathbf{T_0} >$ және $< \mathbf{T_L} >$ шамаларын біліп, P_O-ны (3.22) формуласымен анықтаймыз, кейін π-ді келесі өрнек арқылы анықтаймыз.

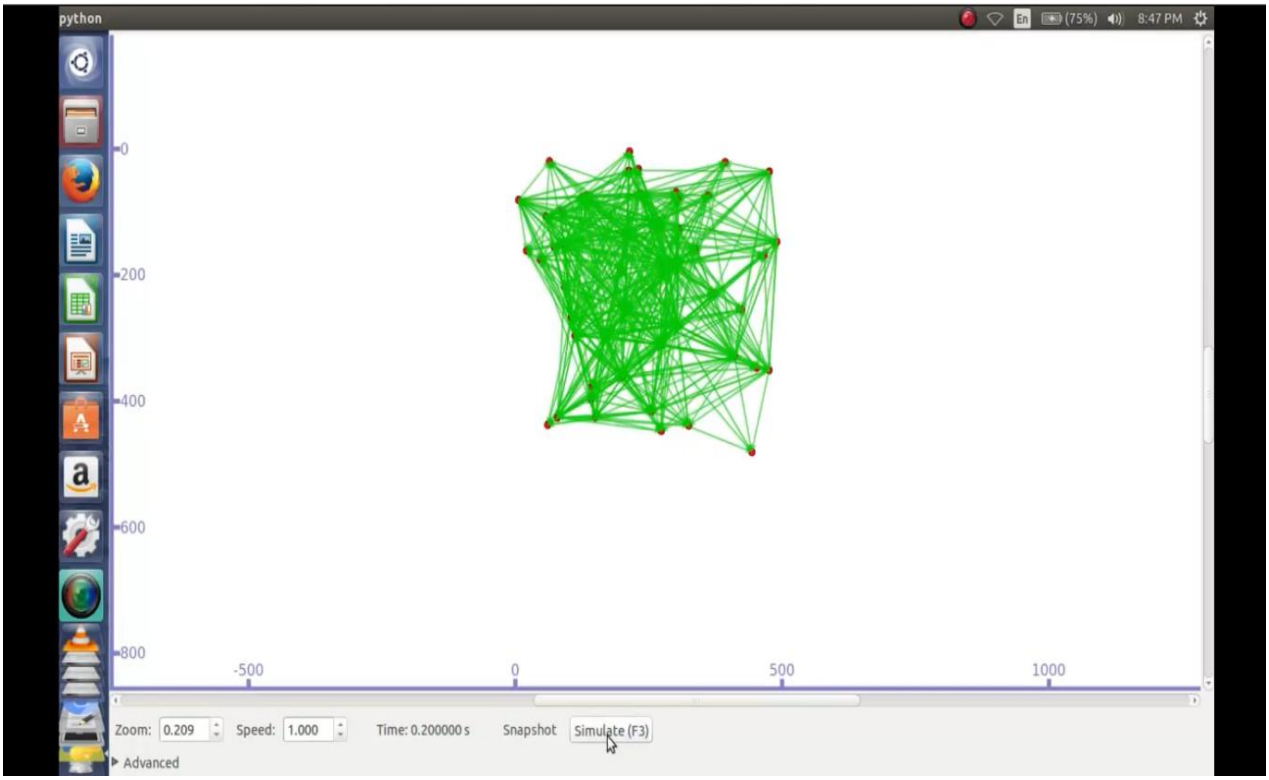
$$\mathrm{P_0} = \frac{< \mathrm{T_0} >}{< \mathrm{T_0} > + < \mathrm{T_L} >} = \frac{4{,}44}{4{,}44+2{,}5} = 0{,}639$$

Станция SYM жағдайында болу π ықтиамалдығы төмендегі формуламен анықталады:

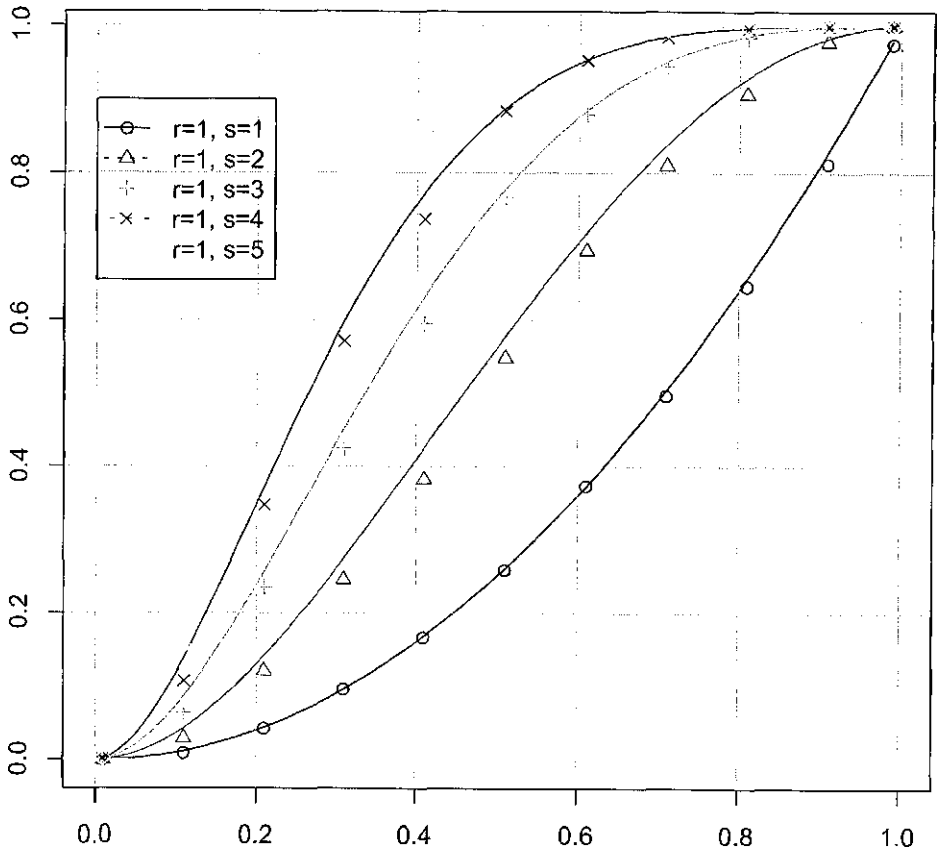
$$\pi = \mathrm{P_0^2} = 0{,}639^2 = 0{,}408$$

3.5 Модельдің дәлдігін бағалау

Құрылған аналитикалық модельді тексеру үшін біз оның нәтижелерін ns-3 [19] ортада имитациялық моделдеу кезінде алынған нәтижелермен салыстырамыз. Модельдеу кезінде IEEE 802.11a стандарттының параметрлері бар Wi-Fi станциялары қарастырылған(3.2 - сурет). Станциялар бір-бірінен пакетті табысты тарату ықтималдығы p-ға тең болатын қашықтықта орналасты. Бақылау уақыты және қайта өткізулер саны алынған нәтижелер қателігі 2%-дан кем болатындай етіп алынды. 3.3 – суретте имитациялық модельдеудің нәтижелері (нүктелер) аналитикалық модельдеудің нәтижелеріне (сызықтар) жоғары дәлдікпен сәйкес келетіні көрінеді.



3.2 – сурет. ns-3 симуляторында тұрғызылған модель үлгісі



3.3 – сурет. Әртүрлі r, s үшін π(p) тәуелділігінің аналитикалық және имитациялық модельдері нәтижелерін салыстыру

Осы жұмыста тұрғызылған аналитикалық модель NHDP хаттамасының тиімділік көрсеткіштерін бағалау үшін және хаттама параметрлерін тағайындау үшін қолдану мүмкін.

4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

4.1Еңбек жағдайын талдау

Осы дипломдық жобада MANET және Wi-Fi Mesh желілері және олардың хаттамалары қарастырылған.

MANET және Wi-Fi Mesh дәстүрлі "инфрақұрылым" сымсыз желілері қол жетімсіз немесе тиімсіз болған жағдайда, ақпаратты таратуды қамтамасыз етеді. Олардың қолдану облыстары азаматтық (жалпы қолжетімді жүйелердің ұйымы, таралған компьютерлік желілер, табиғи ортаның геомониторингті жүйесі, кездейсоқ жағдайдағы ақпарат алмасуы т.б.) және әскери (ұрыс қимылдардың тактикалық біріккен ұйымы) болып табылады.

Жобаны ұйымдастыру барысында компьютерлермен және техникалық құрылғылармен жұмыс жүргізіледі. Сондықтан, жұмысшылардың компьютермен, MANET және Wi-Fi Mesh желісінің құрылғыларымен жұмыс істеген кездегі еңбек қауіпсіздігі мен электромагниттік толқындардың және шудың әсерін талқылауымыз қажет.

Осыған байланысты өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қарастыратын тақырыптарым:

а) электромагниттік толқындар;

б) адам денсаулығына электромагниттік сәулеленудің әсері;

в) шудың адам организиміне тигізетін әсері;

г) шу деңгейін есептеу [24,25].

Тіршілік қауіпсіздігі – адам өміріне төнетін жалпы қауіп-қатерлерді зерттейтін, оларға қарсы қоюға болатын шараларды әзірлейтін ғылыми білімнің саласы.

Қауіпсіздік дегеніміз - сыртқы және ішкі қатерлерден қорғайтын тірі организмнің қажетті шарасы. Ал адам қауіпсіздігінің өз ерекшеліктері бар, адамның басқа тірі организмдерге қарағанда айырмашылығы, ол табиғи ортадан, өз өмір сүру ортасын жасай алады. Сол себепті болуы мүмкін қатерлер табиғи қатерлердің қатарына жатпауы да мүмкін.

Техника қауіпсіздігі бойынша нұсқауды өткен жұмысшылар ғана жұмысқа жіберіледі. Жобаланатын учаскеде келесі нұсқаулар қаралады:

- кіріспе нұсқаулар еңбек қорғау инженерімен жүргізіледі. Кіріспе нұсқаулар қызметкерлерді техника қауіпсіздігімен, өндірістік санитарлықпен, ішкі еңбек тәртіп ережелерімен және негізгі заңдылықпен таныстыру үшін өткізіледі. Бұл нұсқауды жұмысқа қабылданған адамдарға мамандығына, квалификациясына, біліміне, лауазымына қарамастан 2 сағат көлемінде жүргізіледі;

- арнайы мамандық үшін ЕҚ нұсқауы жұмыс орнында арнайы өткізіледі. Ол әр қызметкермен жеке өткізіледі;

- ағымдағы нұсқау жоғары қауіпті өндіріс жұмысында өткізеді, кіру рұқсат наряды тіркеледі;

- қайталама нұсқау барлық қызметкерлермен, квалификациясына қарамастан өткізіледі.

Бұл нұсқау жарты жылда бір рет өткізіледі және топтық болуы мүмкін. Сонымен қатар, техника қауіпсіздігі бұзылған кезде жеке әңгіме ретінде өткізіледі. Жоспарсыз нұсқау, техника қауіпсіздігінің нұсқауы өзгерген кезде өткізіледі.

4.2 Электромагниттік толқындар

Электромагниттік толқындар/ электромагниттік сәулелену – электромагниттік өрістің кеңістікте таралуы (жағдайының өзгеруі).

Электромагниттік толқындар келесідей бөлінеді:

- Радиотолқындар
- Инфрақызыл сәулелену
- Көрінетін жарық
- Ультракүлгін сәулелену
- Рентген сәулелену және гамма – сәулелері

Электромагниттік толқыгдар кез келген ортада таралуы мүмкін. Вакуумда (электромагниттік толқындардың сіңіретін немесе шығаратын заттардан және телімдерден бос кеңістік) электромагниттік сәулелену ешбір өшуліксіз үлкен арақашықтықтарға таралады. Сонымен қатар, ол заттармен толтырылған кеңістікте де жақсы таралады (өзінің мінезін ауыстыра).

Электромагниттік толқындардың таралу жылдамдығы тұрақты шама ($c=3 \cdot 10^8$ м/с) болып табылады. Электр зарядтары айнымалы қозғалыс жасағанда, олардың туғызатын айнымалы электромагниттік өрісі кеңістіктің бір нүктесінен екінші нүктесіне тарайды, осындай таралуды электромагниттік толқын деп атайды.

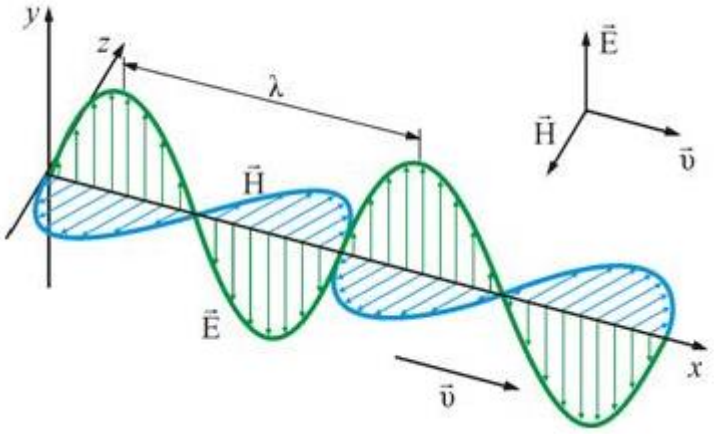
Электромагнитік сәулеленудің сипаттамалары:

Электромагниттік сәулеленудің негізгі сипаттамалары жиілігі, толқын ұзындығы және поляризация болып табылады.

Толқын ұзындығы жиілікпен толқынның таралу жылдамдығымен арқылы тікелей байланысты. Вакуумдағы электромагниттік сәулеленудің таралу жылдамдығы жарық жылдамдығына тең, ал басқа орталарда осы жылдамдық аз. Вакуумдағы электромагниттік сәулеленудің фазалық жылдамдығы да жарық жылдамдығына тең, ал әртүрлі орталарда жарық жылдамдығынан кем немесе артық болуы мүмкін.

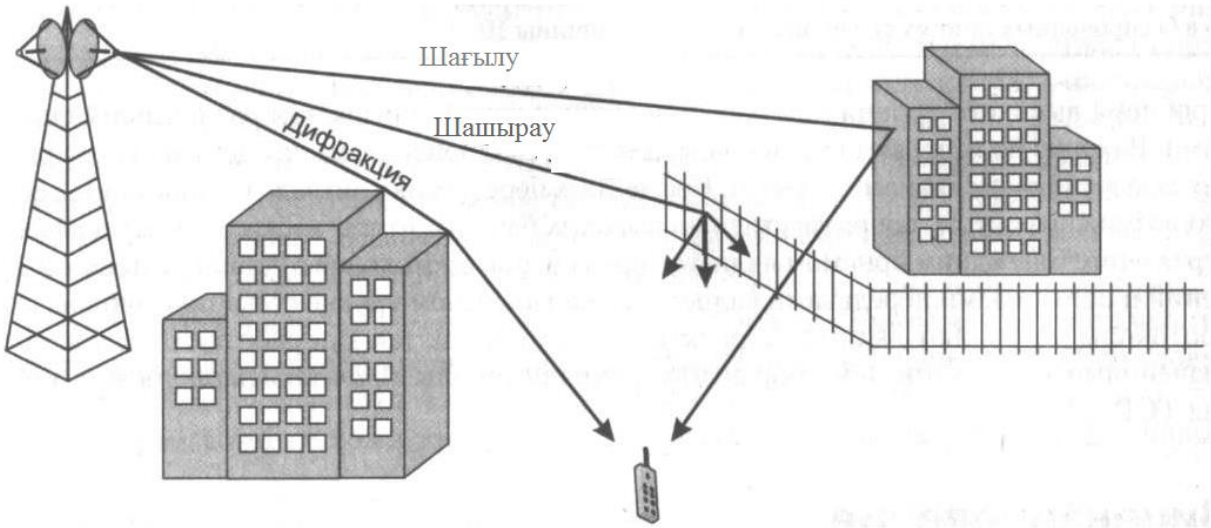
Радиожиілікті диапазонында электромагниттік сәулелерге (ЭМС) жиілігі 3 Гц-тен $3 \cdot 10^{12}$ Гц-ке дейінгі (100000 км-ден 0,1 мм-ге дейінгі толқын ұзындығына сәйкес келетін) электромагниттік өрістер (ЭМӨ) жатады. Халықаралық стандарт бойынша толқын ұзындығына және жиілігіне байланысты олар он екі кіші диапазондарға бөлінеді. Электромагниттік

тербелістердің ең жиі кездесетін екі түрі бар – үйлесімді және өзгертілген. Үйлесімді тербелістерде электрлік (E) және магниттік (H) құрамдастар синус немесе косинус заңы бойынша өзгереді. Өзгертілген тербелістер кезінде амплитудасы мен жиілігі белгілі бір заң бойынша өзгереді.



4.1 – сурет. Электромагниттік толқынның таралуы

Радиосәулелер толқындарын келесі негізгі диапазондарға бөледі: өте төмен жиіліктегі(ӨТЖ), төмен жиіліктегі(ТЖ), жоғары жиіліктегі(ЖЖ), ультражоғары жиіліктегі(УЖЖ) және өте жоғары жиіліктегі(ӨЖЖ). Оларға өте ұзын, ұзын, орташа, қысқа, ультра қысқа және микротолқындар(дециметрлер, сантиметрлер, миллиметрлер) жатады.



4.2 – сурет. Радиотолқындардың кеңістікте таралуы

4.1 – Кесте. Электромагниттік сәулелену диапазондары

Диапазон атауы		Толқын ұзындығы, λ	Жиілігі, f
Радиотолқын	Тым ұзын	10 км жоғары	30 кГц кем

	Ұзын	10 км — 1 км	30 кГц — 300 кГц
	Орта	1 км — 100 м	300 кГц — 3 МГц
	Қысқа	100 м — 10 м	3 МГц — 30 МГц
	Ультрақысқа	10 м — 0,1 мм	30 МГц — 3000 ГГц[4]
Инфрақызыл сәулелену		1 мм — 780 нм	300 ГГц — 429 ТГц
Көрінетін жарық		780—380 нм	429 ТГц — 750 ТГц
Ультракүлгін сәулелену		380нм — 10нм	$7{,}5\cdot10^{14}$ Гц — $3\cdot10^{16}$ Гц
Рентген		10 нм — 5 пм	$3\cdot10^{16}$Гц — $6\cdot10^{19}$ Гц
Гамма		5 пм кем	$6\cdot10^{19}$ Гц жоғары

4.3 Электромагниттік сәулеленудің әсері:

Адам денесінде жердегі кез-келген организм сияқты, өз электромагниттік өрісі бар, соның арқасында барлық жүйелер, органдар мен жасушалар үйлесімді жұмыс істейді. Адамның электромагниттік сәулеленуі биоөрісі деп аталады. Бұл өріс сыртқы электромагниттік өрістердің әсерінен денеміздің негізгі қорғаныс қабығы болып табылады. Осы қорғаныс қабаты бұзылған жағдайда организм кез келген ауру факторларына шалдығады.

Жүйке жүйесіне әсері. Тіпті жылулық әсер байқалмайтын электромагнитті сәулелену деңгейі ағзаның ең маңызды деген қызметтік жүйелеріне әсер етеді. Осы саладағы мамандардың көпшілігінің ойынша жүйке жүйесі ең осал ағза болып табылады. Әсер ету механизмі өте қарапайым – анықталған, электромагнитті өріс кальций иондары үшін торлы мембрана өткізгіштігін бұзады. Нәтижесінде жүйке жүйесі қалыпты қызметінен ауытқи бастайды. Аталған процесстер барысында туындайтын ауытқулар ауқымы кең – жүргізілген тәжірибелер барысында есте сақтау қабілетінің төмендеуі, реакцияның төмендеуі, депрессиялық өзгерітер және т.б. сынды құбылыстар тіркелген.

Имундық жүйеге әсері. Имундық жүйеде әсер ету аймағына ұшырайды. Бұл бағыттағы тәжірибелік зерттеулер ЭМС сәулелендірілген жануарларда инфекциялық процесс сипаты өзгеретінін көрсеткен (инфекциялық процесстің жүруі ауырлайды).

ЭМС әсер еткен кезде соңы жойылуға әкеп соғатын иммуногенез процессі бұзылады. Бұл процессті аутоиммунитет туандауымен байланыстырады.

Жоғары қарқындылықтағы электромагниттік өрістің ағзаның имун жүйесіне әсері имунитеттің торлы Т-жүйесінің жойылу эффектісінен байқалады.

Эндокринді жүйеге әсері. Эндокринді жүйе де электромагниттік сәулеленуге ұшырайды. Зерттеулер электромагниті өрістің әсер етуі кезінде гипофизарлы-адреналинді жүйенің стимуляциясы болатынын және ол қандағы адреналин көлемінің артуымен қатар жүретінін көрсетті.

Жүрек қан тамырлар жүйесіне әсері. ЭМӨ әсер ету нәтижесі ретінде жүрек қан-тамырлар жүйесі қызметінің бұзылуын қарастыруға болады. Ол артерия қысымының және тамыр соғысының тұрақсыздығынан байқалады. Периферлік қан құрамының фазалық өзгеруі белгіленеді.

Жыныс жүйесіне. Туа бітті кемтарлық пен кемістік жағдайларының көбеюі, қыз жынысты балалардың дүниеге келу ықтималдығының артуы, спермакинездің жойылуы байқалады.

Адам органдары сәулелерге сезімталдығына қарай үш топқа бөлінеді. Бірінші топқа ең сезімтал мүшелері жатады: гонадалар, жілік майы, т.б. Одан кейін екінші топқа жататындар: бұлшық еттер, көк бауыр, домалақ бездер, май еттері, бауыр, бүйрек, өкпе, ішек-қарын, көз жанары т.б. Үшінші топқа жатады: тері, сүйек, білек, сирақ, табан т.б.

Адам организміне әсер ететеін электромагниттік толқындарды рентген өлшемімен тигізетін әсері мынандай болып келеді:

- 25 Р дейін – организмде айқын зақымдану білінбейді.
- 25-50 Р – маңызды зақымдану жоқ, бірақ қанда өзгірістер болуы мүмкін.
- 50-100 Р – организмде ерекше өзгерістер болады, бірақ еңбекке қабылеттілік сақталады.
- 100-200 Р – еңбекке қабылеттілік жартылай кемиді, кей кезде өлім жағдайы болуы мүмкін.
- 400 Р – 50% өліммен аяқтайды.
- 500-600 Р және одан артық - өлтіретін доза.

4.4 Шудың адам организіміне тигізетін әсері

Шудың адам организіміне тигізетін әсері әртүрлі: бір жағынан, шу ақпаратты сапалы қабылдауға тікелей әсер етіп, еңбек тапсырмасын нәтижелі орындалуына әсерін тигізеді; басқа жағы, адамның жұмысқа қабілеттілігін төмендетеді. Ұзақ шудың әсері, адамның есту қабілетін нашарлатып немесе оданда мүлдем айырылуына әкеліп соғады. Есту мүшесінің зақымдану дәрежесі дыбыс деңгейіне, оның ұзақтығына, сонымен қатар адамның дара сезгіштігіне байланысты. Бірақта шу адам организімінің есту мүшесіне әсерімен ғана шектеліп қоймайды. Шудан тітіркену арқылы есту жүйесінің талшығынан орталық вегетативті жүйке жүйесіне беріледі, ал олардан ішкі мүшелерге әсер тиеді, оның әсерінен организмнің функционалды жағдайына маңызды өзгертулер әкеледі, алаңдау мен тітіркенуді туғызып адамның психикасына әсерін тигізді. Өндірістік шудан қорғану үшін, құралдарды жобалаған кезде және жұмыс орындарын жабдықтағанда қарастырылады. Бөлмедегі шумен күресу үшін барлық шараларды қолдануымыз керек.

Ұйымдық шараларға өндіріс орындарын, құрылғылар және жұмыс орнын орынды орналастыру, қызметкерлердің жұмыс режимін бақылау жатады.

Техникалық шаралар:
- есік, дуал, терезелерді жобалағанда дыбыс өткізбейтін материалдарды қолдану;
- бөлменің ішкі бетіне дыбыс жұтқыш жабулар қолдану.

4.5 Шу деңгейін есептеу

Жұмыс орнында бес шу көзі бар деп есептейік.

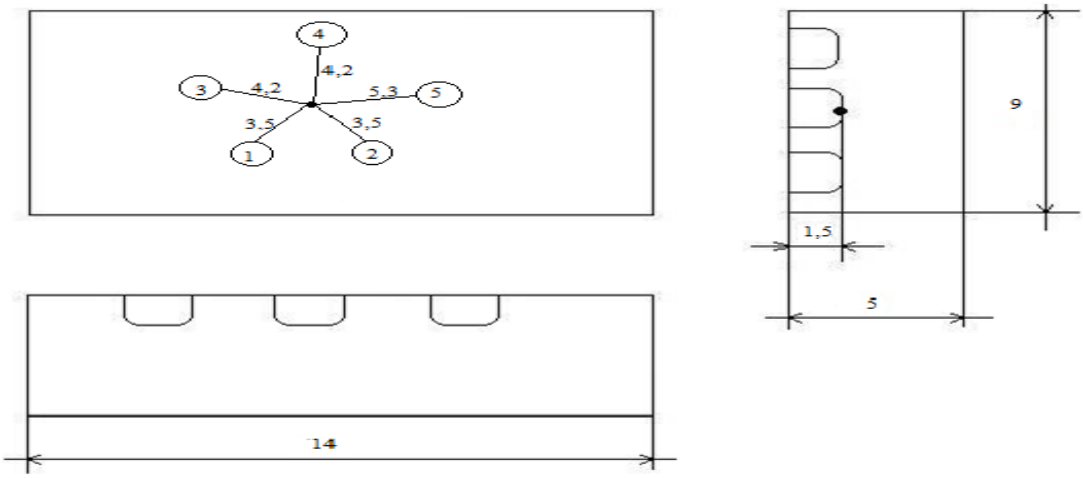
4.2 кесте - Тапсырманың берілгені

Параметрлер	Өлшемдері
Шу көзінің саны	5
Нүктенің шу көзінен орналасқан ара қашықтығы, м	R_1=R_2=3,5 м; R_3=R_4= 4,2 м; R_5=5,3 м;
Бөлме көлемі, $м^3$	3000
$B/S_{огр}$	0,5
L_{max}	1,2

4.3 кесте – Параметрлері бойынша тапсырманың берілгені

Параметрлер	Өлшемдері
Бақылау кабинасының параметрлері	14х9х5
Бітеу қабырғаның ауданы S_1	48
Есіктің ауданы S_3	96
ъБітеу қабырғаның ауданы S_2	5
Терезенің ауданы S_4	4

Бөлмеде есептеулер нүктесі мен шуылдар нүктесінің орналасу сұлбасы



4.1 – сурет. Бөлмеде есептеулер нүктесі мен шуылдар нүктесінің орналасу сұлбасы

Алынған нүктедегі дыбыс қысымының октавалық деңгейін келесі формуламен есептейміз:

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^{m} \frac{\Delta i \cdot \chi i \cdot \Phi i}{Si} + \frac{4\varphi}{B} \sum_{i=1}^{n} \Delta i \right), \quad (4.1)$$

$$\Delta i = 10^{0.1 \cdot Lpi} \quad (4.2)$$

мұндағы L_{pi} – i-ші нүкте үшін дыбыс қысымының октавалық деңгейі;

m-нүктеге жақын орналасқан шу көзінің саны (ол үшін $r_i < 5r_{imin}$ орындалу керек);

n-шу көзінің толық саны;

В-бөлме тұрақтысы, $м^2$.

$L_{p1} = 100,\ L_{p2} = 103,\ L_{p3} = 99,\ L_{p4} = 95,\ L_{p5} = 97$

Сәйкесінше, $\Delta_1 = 10^{0,1 \cdot 100} = 10^{10}$, $\Delta_2 = 10^{0,1 \cdot 103} = 10^{10,3}$, $\Delta_3 = 10^{0,1 \cdot 99} = 10^{9,9}$, $\Delta_4 = 10^{0,1 \cdot 95} = 10^{9,5}$, $\Delta_5 = 10^{0,1 \cdot 97} = 10^{9,7}$

Шу көзі мен нүктенің ара қашықтығын, шу көзінің ең үлкен габаритін, шу көзінің еденде орналасуын ескере отырып келесі формуламен ауданды табамыз:

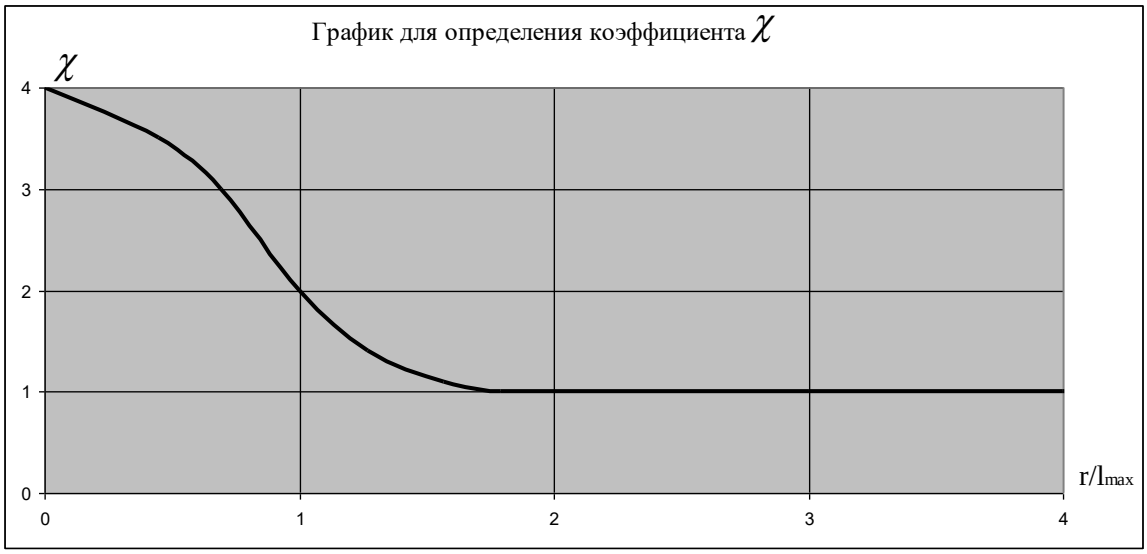
$$S_i = 2\pi r_i^2 \quad (4.3)$$

$$S_i = 2 \cdot \pi \cdot r_{1,2}^2 = 2 \cdot \pi \cdot 3.5^2 = 76,93,\ (м^2)$$

$$S_i = 2 \cdot \pi \cdot r_{3,4}^2 = 2 \cdot \pi \cdot 4,2^2 = 110,7792,\ (м^2)$$

$$S_i = 2 \cdot \pi \cdot r_5^2 = 2 \cdot \pi \cdot 5.3^2 = 176.4052,\ (м^2)$$

χ – жақынакустикалық өрістің әсерін ескеретін коэфициент. Ол шу көзінің акустикалық орталығы мен есептік нүктенің арақашықтығының r метрмен шу көзінің максимал габариттік өлшеміне l_{max} қатынасымен, график бойынша анықталады.



4.2 – сурет. χ коэфициентін анықтайтын график

$$\frac{r_{1,2}}{l_{max}} = \frac{3,5}{1,2} = 2,92 \text{ онда } \chi = 1$$

$$\frac{r_{3,4}}{l_{max}} = \frac{4,2}{1,2} = 3,5 \text{ онда } \chi = 1$$

$$\frac{r_5}{l_{max}} = \frac{5,3}{1,2} = 4,42 \text{ онда } \chi = 1$$

Барлық жағдайда да χ=1

Ғимарат тұрақтысын В келесі формуладан анықтаймыз:

$$B_i = B_{1000} \cdot \mu, \qquad (4.4)$$

мұндағы B_{1000} –орташа геометриялық жиіліктегі 1000 Гц ғимарат тұрақтысы, м^2;

μ- жиіліктік есептеуіш.

Ғимараттың түріне байланысты B_{1000} келесідей анықталады:

$$B_{1000} = \frac{V}{20} = \frac{3000}{20} = 150, \text{ (м}^2\text{)}$$

4.4 кесте – Жиіліктік көбейткіштің μ мәндері

Октавалық жолдардағы ортагеометриялық жиіліктер, Гц	63	125	250	500	1000
μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1

B_1=150*0,5=75

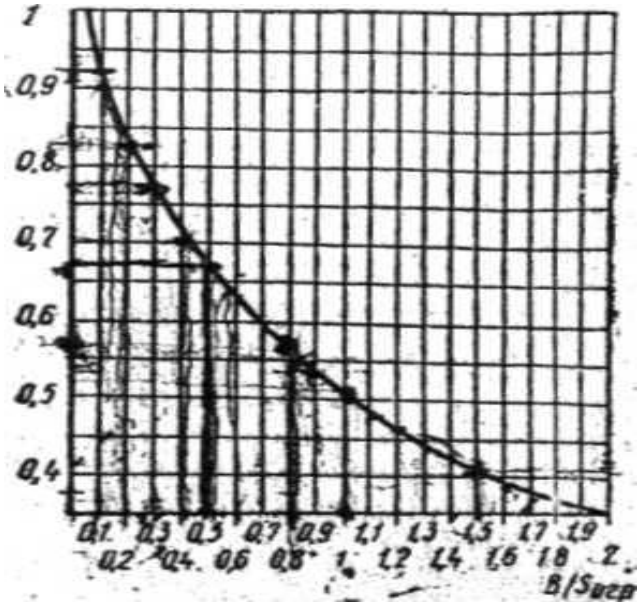
B_2=150*0,5=75

B_3=150*0,55=82,5

B_4=150*0,7=105

B_5=150*1=150

Шу көзі еденде орналасқандықтан шу көзінің бағытталу факторы Ф=1.
Ψ мәнін $B/S_{огр}$ байланысты келесі графикпен анықтаймыз:



4.3 – сурет. ψ коэффициентін анықтайтын график

Ψ=0,66

Табылған мәндерді ескере отырып, есептеу жүргіземіз.

$$L_1 = 10\lg(\frac{10^{10} \cdot 1 \cdot 1}{76{,}93} + \frac{4 \cdot 0{,}66}{75}(10^{10} + 10^{10{,}3} + 10^{9{,}9} + 10^{9{,}5} + 10^{9{,}7}) = 97{,}2659$$

$$L_2 = 10\lg(\frac{10^{10{,}3} \cdot 1 \cdot 1}{76{,}93} + \frac{4 \cdot 0{,}66}{75}(10^{10} + 10^{10{,}3} + 10^{9{,}9} + 10^{9{,}5} + 10^{9{,}7}) = 97{,}26585$$

$$L_3 = 10\lg(\frac{10^{9{,}9} \cdot 1 \cdot 1}{110{,}7792} + \frac{4 \cdot 0{,}66}{82{,}5}(10^{10} + 10^{10{,}3} + 10^{9{,}9} + 10^{9{,}5} + 10^{9{,}7}) = 89{,}923$$

$$L_4 = 10\lg(\frac{10^{9,5} \cdot 1 \cdot 1}{110,7792} + \frac{4 \cdot 0,66}{105}(10^{10} + 10^{10,3} + 10^{9,9} + 10^{9,5} + 10^{9,7}) = 88,081$$

$$L_5 = 10\lg(\frac{10^{9,7} \cdot 1 \cdot 1}{176,4052} + \frac{4 \cdot 0,66}{150}(10^{10} + 10^{10,3} + 10^{9,9} + 10^{9,5} + 10^{9,7}) = 87,917$$

4.5 кесте - Әртүрлі жиіліктегі дыбыс қысымының деңгейін анықтау

f,Гц	L_i,дБ	Δ_i	M	B, м^2	$L_ш$, дБ
63	100	3,162E+10	0,5	75	97,2659
125	103	3,162E+10	0,5	75	97,26585
250	99	6,31E+09	0,55	82,5	89,923
500	95	5,01E+09	0,7	105	88,081
1000	97	6,31E+09	1	150	87,917

Алынған мәндерді рұқсат етілетін мәндерімен салыстырамыз.

4.6 кесте - Алынған мәліметтерді рұқсат етілген мәндерімен салыстыру

$L_ш$, дБ	97,2659	97,26585	89,923	88,081	87,917
$L_{рұқ}$, дБ	99	92	86	83	80

Байқап отырғанымыздай алынған мәліметтерді шектік мәндерінен асып кетті, сондықтан олардың айырмасы қажетті бәсеңдетілетін дыбыс қысымына сәйкес келеді:

$$L_{бәсен} = L_{ш} - L_{рұқ}\ , \qquad (4.5)$$

4.7 кесте - Алынған мәндер мен шектік мәндер айырмасы

$L_{ш}$, дБ	97,266	97,267	89,227	88,081	87,916
$L_{рұқ}$, дБ	99	92	86	83	80
$L_{тр}$	-1,734	5,2658	3,9227	5,0812	7,9164

4.6 Шудың адам организміне әсер етуінен қорғау шараларын жасау

Бұл тапсырмада шуды азайтатын шаралар қолданамыз. Ол үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$R_{mpi} = L_{ш} - 10\lg B + 10\lg S_i - L_{доп} + 10\lg n, \qquad (4.6)$$

мұндағы $L_{ш}$-есептелінген дыбыс қысымы;

lg B-бөлме тұрақтысының логарифмдік мәні;

lg S_i-бақылау кабинасындағы элементтердің аудандарының логарифмдік мәндері;

$L_{доп}$-дыбыс қысымының сол жиіліктегі шектік мәні;

Lgn-бақылау кабинасындағы қарастырылатын элементтер санының логарифмдік мәндері.

Яғни бұл шараны біз шудың бір бөлмеден екінші бөлмеге өткен кезде қолданамыз:

$$B_{1000} = \frac{V}{20} = \frac{630}{20} = 31.5$$

мұндағы V- бақылау кабинасының көлемі

$$V = 14 \cdot 9 \cdot 5 = 630\ ,\ (м^3)$$

4.8 кесте - Шу азайтатын шараның кестесі

F	63	125	250	500	1000
B_{1000}	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
M	0,5	0,5	0,55	0,7	1
$B = B_{1000} \cdot \mu$	15,75	15,75	17,3	22,1	31,5
$L_{жал}$	97,27	97,27	89,9	88,1	87,92
$L_{рұқ}$	99	92	86	83	80
10lgn(n=4)	6,021	6,021	6,02	6,02	6,021
10lgB	11,97	11,97	12,4	13,4	14,98

Кестенің жалғасы 4.8

F	63	125	250	500	1000
10lg(S1)(S1=48м^2)	16,81	16,81	16,8	16,8	16,81
10lg(S2)(S2=96м^2)	19,82	19,82	19,8	19,8	19,82
10lg(S3)(S3=5м^2)	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99
10lg(S4)(S4=4м^2)	6,021	6,021	6,02	6,02	6,021
$R_{тр1}$	9,126	16,13	14,4	14,5	15,77
$R_{тр2}$	12,14	19,14	17,4	17,5	18,78
$R_{тр3}$	-0,7	6,303	4,55	4,66	5,944
$R_{тр4}$	-1,67	5,334	3,58	3,69	4,975

4.4 Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі бойынша қорытынды

Шу әсері адам организиміне ең бастысы есту мүшелері, жүйке жүйесіне, жүрек және қан тамырлары жүйесіне зақым келтіреді. Олар негізінен адамның шу жағдайында жұмыс істеу уақытына, организмнің сезімталдығына, шу көрсеткіштеріне және т.б. байланысты.

Шу дегеніміз – адамның есту мүшелеріне зақым келтіреін, демалуына немесе жұмыс жасауына кедергі келтіретін дыбыстар жиыны. Дыбыс жиілікпен және дыбыстық қысыммен сипатталады.

5 Кәсіпкерлік-жоспар

5.1 Түйін

Кәсіпкерлік-жоспардың кәсіпорындарға ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді болашаққа қойылған мақсаттары мен есептері экономика жағдайының, өндірістің мықты және әлсіз жақтарының бағалауы және де нарықты талдау мен қажеттіліктер туралы ақпараттар жатқызамыз. Осы қойылған мақсаттарға жетудің ресурстарын бағалау мен бәсеке шарттары жатады [23].

Біздің қарастырып отырған жобаның басты мақсаты өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік MANET желісінің және Wi-Fi Mesh желісінің тиімділігін бағалау және саралау болып табылады.

5.2 Кәсіпкерлік- жоспардың мақсаты

Берілген кәсіпкерлік-жоспардың мақсаты, өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік желіні (MANET) және Wi-Fi Mesh желісін ұйымдастырудың тиімділігін сараптамалап көру.

Кәсіпкерлік-жоспарда MANET желісінің және Wi-Fi Mesh желісінің шешімі (жаңа абоненттерді қосу, ай сайынғы абоненттік төлемдер, қосымша қызметтерден түсетін табыс) негізінде байланыс жүйесін пайдалануынан, жобаны іске асыру кезінде табыс алуды және технологияны еңгізудегі қаржыны үнемдеуді көздейді.

MANET өздігінен ұйымдастырылатын желілер дәстүрлі архитектураның сымсыз желілерінің үстінде келесі артықшылықтарға ие болады:

- таратқыш қуатының өте алыс жерлерге деректерді жіберу мүмкіндігі;
- желін инфрақұрылымында өзгерістерге орнықтылық;
- қолайсыз бөгет жағдайларда шапшаң реконфигурацияның мүмкүндігі;
- қарапайымдылық және күшейтуінің жоғары жылдамдығы.

Мобильді құрылғылар базасын негізін салатын сымсыз желілер мынадай ерекшеліктерге ие:

- түйіндердің мобильдігі желі топологиясының динамикалылығының қосымша жоғарылауына алып келеді, себебі кедергі немесе торапты қосу / өшіру салдарынан байланыстың ажырап кету мүмкіндіктеріне оның қозғалыс ықтималдығы қосылады;
- ұялы түйіндердің электр көздері шектеулі болуы мүмкін, сондықтан аппараттық құрылғаларды және хаттамаларды тұрғызу кезінде энергияны тұтынуды ескеру қажет.

Mesh-технологиясы негізінде Wi-Fi желісін құру, дәстүрлі жүйелер қажетті қамту, дауыс сапасын және ұтқырлықты қамтамасыз етудегі тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді.

Жүйенің ерекшеліктері:

- қолданыстағы инфрақұрылыммен байланысы жоқ, тұрақты және өміршең Mesh желіні жылдам автоматты түрде ұйымдастыру;
- барлық IP-бағдарламалардың қолдауымен ғаламторға сымсыз қол жеткізу;

Артықшылықтары:

- ең аз уақыт және өзін-өзі ұйымдастыру арқылы өрістету жеңілдігі;
- сенімділігі мен икемділігін арттыру;
- мүмкіндігі бар өзін-өзі бейімдеу және өзін-өзі шипалы;
- автоматты түрде бұзылған жерлерді айналып өту үшін трафикті қайта бағыттау;
- іс жүзінде шексіз ауқымдылығы және желісінің өткізу қабілетін ұлғайту;
- орталық біріктіру түйіндер үшін жоқ қажеттілігі, өйткені барлық құрылғылар бірдей және ретранслятора ретінде жұмыс істей алады, және қатынас нүктесі.

Желі қызметтері

Мобильді құрылғылар базасы негізін салатын сымсыз желілер мынадай ерекшеліктерге ие:

- түйіндерді қозғалғыштық желінің топологиясы динамикалылығының қосымша жоғарылауына бағытталады, өйткені кедергі артынан байланыс мүмкіндігіне немесе түйіннің қосу немесе өшіру оның ауысуының ықтималдығы қосылады;
- мобильді түйіндер қоректену көздерінің артықшылығы шектеулі болуы мүмкін, хаттамасы және энергия тұтынуы (бұл әсіресе сенсор желілері) ескерілуі керек.

5.3 Нарықты стратегиялық бағалау

Қазіргі таңда нарықтандыруда сенсорлі желілерді басқару және игеру үшін өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз байланыс орнатуға техникалық есептеулер жүргізілуде. Бұл есептеулер шешімі ретінде өздігінен ұйысдастырылатын ұялы MANET (Mobile Ad Hoc Network) және Wi-Fi Mesh желілері қарастырылуда. Осы желілер сымсыз өздігінен ұйымдастырылатын желілерді біріктіруге, байланыстыруға сонымен қатар орнын анықтауға қолданылады.

Ұялы байланыс көпетеген қалаларды, аудандарды байланыс қызметтерімен қамтамасыз ететін, кең таралған желі болып табылады. Ал сымсыз орталықтандырылмаған өздігінен ұйымдастырылатын желілерді ұялы байланыстың дамыған түріне жатқызуға болады.

Қазақстанның нарықтық қатынастарға өтуі сапалы байланыс орнатуға сұранысы жоғары болатын өнеркәсептердің санының өсуіне алып келеді. Сұраныс ұсыныстарды туғызатыны бәріне белгілі, сондықтан да қазіргі мемлекеттік желімен бірге дамытылған байланыс қызметтерін көрсететін кәсіпорындар (көбінесе өзінің жеке қаражатымен ұйымдастырылған) пайда болды. Осындай кәсіпорындар ретінде мобильді байланыс қызметтерін, ғаламтор қызметтерін, т.б. қызметтерді көрсететін кәсіпорындарды санауға болады. Кәсіпорындар арасындағы қатты бәсекелестік, өзінің қызметтерімен жаңа аумақтарды қамтуға абоненттерге қызметтердің жаңа түрлерін көрсетуге және олардың құнын төмендетуге мәжбүр етеді. Инвестициялық жұмыстың экономикалық тиімділігін бағалау кезінде уақыт факторын ескеру қажет. Инвестициялық жобаның анализі мен негізделуі кезінде жүргізілген есептеулердің ең маңыздысы шығындарды салыстыру болып табылады. Оның қазіргі уақытта және болашақта келіп түсетін ақшалай пайданы салыстыру арқылы жүзеге асады.

5.4 Ықтимал тұтынушылар және сатып алушылар

Бастапқыда жаңа желінің тұтынушылары болып, жалпы қолданыстағы желімен салыстырғанда, тарифтері қымбат болып келетін, сандық байланыстың қазіргі түрлерінің жоғары сапасына мұқтаж болған жеке және заңды тұлғалар болып табылатын. Мұнан басқа, желіні жетілдіру барысында көрсетілетін қызметтер қатары кеңейіп, тарифтері төмендеп, бұл желі халықтың көптеген қабаттарына қол жетерліктей болды.

Жобаланатын желінің көрсететін қызметтердің ықтимал сатып алушылары болып, кәсіпорын мен ұйымдардың келесі санаттары жатады:

- қалалық телефон желісі;
- қалааралық және халықаралық байланыс кәсіпорындары;
- жаңадан пайда болып жатқан, дәстүрлі емес байланыс қызметтерінің көрсететін операторлар желілері;
- өндірістік кәсіпорындар мен бірлестіктер, сонымен қатар ірі және орта сауда мен қаражат ұйымдары;
- өндіру мен қайта өңдеу кәсіпорындары;

- шетел фирмалардың кеңселері.

Қазіргі кезде бар желілердің көшбасшысы болып, негізінде Қазақстан Республикасының «Қазақтелеком» АҚ болып табылады. Бірақ осы желілердің көп бөлігі қазіргі талаптарға сай келмейді және компанияның ел аумағында желіні жаңартуына үлкен күш салуда. Байланыс желілерінің үлкен аумақты қамтып отырғанын ескергенде, «Қазақтелеком» АҚ барлық байланыс желілерінің жағдайын тиісті деңгейде бақылай алмайды, бұл бәсекелестік деңгейін төмендетіп және жеке операторлардың, сонымен бірге елдің әртүрлі аймақтарындағы кәсіпорынның дамуына алып келеді.

5.5 Даму жоспары

Қызметтердің көрсету мүмкіндігі бар, жобаланатын желі қысқа мерзімде ұйымдастырылуы мүмкін.

Құрылғының мүмкіндіктерін ескере отырып, құрылғыны орнатқаннан және оны жөнделгеннен кейін, желінің үлкен емес жекеленген бөліктерін бөлшектеп пайдалана беруге болады.

Желіні орнату жылдамдығы техникалық заттарды алып келуден, шоғырсымды орнату жылдамдығына тәуелді болады.

Абоненттердің ауыстыру, абоненттерді ауыстырып қосу бөлшектеп болатындықтан ұзақ уақытқа өшірумен сипатталмайды.

Құрылғылардың ерекше өзгешеліктерінің арқасында, желіні пайдалану жеке желі аумақтарын ұйымдастырғаннан кейін де болады, бұл технологияны өтелу уақытын төмендету қажет.

5.6 Қаражат салымдарын есептеу

Жобаланатын желіде, ең көп қаражатты талап ететін құрылғы арнаны құратын аспап болып саналады.

Құрылғыны сатып алуға жұмсалатын қаражат шығындары SoftX3000 бағдарламалық коммутаторының, UMG-8900 медиашлюздердің, сондай- ақ TDM E1 платалары мен лицензиялардың құндары анықталады.

Жобаны іске асыруға қажетті құрылғылар тізімі және де олардың құны 5.1 кестеде көрсетілген.

5.1 кесте – Қаражат салымдарын есептеу

Атауы	Саны, дана	Бір дана үшін бағасы, мың теңге	Жиынтығы, мың теңге
SoftSwitch SoftX3000 бағдарламалық коммутаторлары	2	72 500	145 000
UMG-8900 медиашлюздер	4	18 427	73 708
Абоненттер үшін лицензия	300 000	4.55	1 365 000
TDM E1 32-порттық плата	256	560	143 360
Оптикалық кабель, км	18	500 км	9000
Барлығы, мың теңге		1 736 068	

Қаражат салымдарын есептеген кезде көлік қызметтерін жөндеу жұмыстары және қондырғы бағасын есептеу кіреді.

Есептеудің жалпы формуласы:

$$К_{САЛ}=К_{Қ}+К_{Ж}+К_{ЖЕТ}+К_{ЖОБ}(\text{теңге}), \quad (5.1)$$

мұндағы $К_{Қ}$ - құрылғыға жұмсалатын қаражат шығындары;

$К_{ЖЕТ}$ – құрылғының жеткізуге жұмсалатын қаражат шығындары;

$К_{ЖОБ}$ – құрылғының жобалауға жұмсалатын қаражат шығындары;

$К_{Ж}$ – құрылғының орнатуға жұмсалатын қаражат шығындары.

Құрылғының сатып алуға кететін шығындар:

$$К_{Қ}=К_{SoftX3000}+К_{UMG8900} \text{ (теңге)} \quad (5.2)$$

SoftX3000 құрылғының бағасына басқару жүйесінің бағасысы да кіреді.

Кқ= 145 000+73 708= 218 708 (теңге).

Құрылғыны орнатуға жұмсалатын шығындар құрылғыға жұмсалатын шығындардың 5%-ын құрайды:

$$К_{Ж}=0,05\times К_{Қ} \text{ (теңге)}, \quad (5.3)$$

$$К_{Ж} =0,05\times 218\ 708 =10\ 935 \text{ (теңге)}.$$

Құрылғының жеткізуге жұмсалатын шығындар құрылғы бағасынан 2% -ын құрайды:

$$К_{ЖЕТ}= 0,02\times К_{Қ} \text{ (теңге)}, \quad (5.4)$$

$$К_{ЖЕТ} = 0,02\times 218\ 708= 4\ 374 \text{ (теңге)}.$$

Құрылғының жобалауға жұмсалатаын шығындар құрылғы бағасынан 3% -ын құрайды:

$$К_{ЖОБ}=0,03\times К_{Қ}, \text{ (теңге)}, \quad (5.5)$$

$$К_{ЖОБ} =0,03\times 218\ 708= 6\ 561 \text{ (теңге)}.$$

Құрылғының буып-түю құрылғы бағасынан 0,5%-ын құрайды.

$$К' = 218\ 708\times 0,005 = 1\ 094 \text{ (теңге)}.$$

Жалпы қаражат салымы:

Ксал= 1736068+218708+10935 +4374 + 6561+1094 = 1 977 740 (теңге).

5.6.1 Пайдалану шығынын есептеу. Пайдалану шығыны байланыс жүйесінде мына формуламен анықталады:

$$Э_Ш = Э_Н + М + А + ЕАҚ + Ә_с + Н + Y, \quad (5.6)$$

мұндағы $Э_Н$ – электр қуатына кеткен шығындар;

М – материалдық шығыны және қосалқы бөлшектер;

А – өтемпұл аударымы;

ЕАҚ – еңбекті төлеу қоры;

$Ә_с$ – әлеуметтік салық;

Н – несиелерді төлеу;

Y–үстеме шығындар.

Өндірістік электр қуатын төлеу шығындары мына формуламен есептеледі:

$$Э_Н = W \times P \times N \times 22 \text{ (теңге)}, \quad (5.7)$$

мұндағы 22– 1 кВт-сағаттың бағасы;

W – өндірістік электр қуатының шығыны;

P – толық жабдықталған бір стендтің тұтынатын қуаты;

N – желіде қолданылатын қондырғылардың саны.

24 сағат және 365 күн мәндері, тәуліктік және жылдық электр қуаты шығынын ескереді.

$$Э_Н = 22 \times 24 \times 365 \times 12 \times 7 = 16\ 188\ 480 \text{ (теңге)}.$$

Қосалқы бөлшектер және ағымдағы жөндеу шығындары қаражат салымдарының 0,5%-ын құрайды:

$$М = 0{,}005 \times К_{САЛ} \text{ (теңге)}, \quad (5.8)$$

$$М = 0{,}005 \times 1\ 977\ 740 = 9\ 889 \text{ (теңге)}.$$

Өтемпұл аударымдары қаражат шығындары және MANET құрылғысының өтемпұл аударымдарының нормаларының негізінде анықталады, MANET а = 8%

$$А = a_{NGN} \times К_{САЛ} \text{ (теңге)}, \quad (5.9)$$

$$А = 0{,}08 \times 1\ 977\ 740 = 158\ 219 \text{ (теңге)}.$$

Еңбек ақы қорын есептеу. Еңбекақы қоры барлық жұмыскерлердің еңбек ақысы және сыйақы қорының қосындысы болып табылады.

Еңбек ақы қоры (ЕАҚ) мына формуламен анықталады:

$$ЕАҚ = З_{НЕГ} + З_{ҚОС}, \quad (5.10)$$

мұндағы $З_{НЕГ}$ – негізгі еңбек ақы;

$З_{ҚОС}$ – қосымша еңбек ақы.

Негізгі еңбек ақы барлық қызметкерлердің еңбек төлеміннің қосындысы түрінде анықталады:

$$З_{НЕГ} = 12 \times \Sigma З i \times Ti \text{ (теңге)}, \quad (5.11)$$

мұндағы Зі –і-ші қызметкердің күніне алатын еңбек ақысы, (теңге)

Ті - і-ші қызметкердің уақыт шығындары мен күндері.

5.2 кесте – Қызметкерлер саны мен олардың жалақысы

Орындаушы	Адамдар саны	Жалақысы, теңге
Жетекші инженер	1	70 000
Инженер	1	60 000
Оператор	1	50 000
Техник	1	40 000
Барлығы	4	220 000

$$З_{НЕГ} = 12 \cdot 220\,000 = 2\,640\,000 \text{ (теңге)}.$$

Төлем ақы қорына бөлінулер еңбек ақының 30% құрайды:

$$Зқ = 0{,}3 \cdot 2\,640\,000 = 792\,000 \text{ (теңге)}.$$

ЕАҚ мынаған тең болады:

$$ЕАҚ = 2\,640\,000 + 792000 = 3\,432\,000 \text{ (теңге)}$$

Әлеуметтік алым еңбек ақы қорының 11% мөлшерін құрайды:

$$Ә_с = 0{,}11 \cdot ЕАҚ \text{ (теңге)}, \quad (5.12)$$

$$Ә_с = 3\,432\,000 \cdot 0{,}11 = 377\,520 \text{ (теңге)}.$$

Үстеме шығындар формуласы:

$$Y = (0.3 \div 1.5) \cdot ЕАҚ \text{ (теңге)}, \quad (5.13)$$

$$Y = 0.7 \cdot ЕАҚ = 0.7 \cdot 3\ 432\ 000 = 2\ 402\ 400 \text{ (теңге)}.$$

Жалпы қанаулық шығындар 5.3 кестеде келтірілген (5.1 сурет):

5.3 кесте – Жалпы эксплуатациялық шығын

Көрсеткіш	Теңге
ЕАҚ	3 432 000
Әлеуметтік салық $Ә_с$	377 520
Өтемпұл аударымдары Ао	158 219
Электр қуат шығындары Э	16 188 480
Көрсеткіш	Теңге
Материалдық шығындар М	9 889
Үстеме шығындар Н	2 402 400
Барлығы	22 568 508

5.1 сурет – Жылдық пайдалану шығындары диаграммасы

5.6.2 Табысты есептеу Жеке табыс қосындысы:

$$Dж = Dт + Dққт \text{ (теңге)}, \qquad (5.14)$$

мұндағы Dт – табыс;

Dққт – қызметтің қосымша түрлерінің түсетін табысы.

АТС-тың табыс абоненттік төлем және әр абоненттік топтағы нөмірлер санының негізінде анықталады:

$$Dт=\Sigma(ti+Ni) \text{ (теңге)}, \quad (5.15)$$

мұндағы ti - i-санатындағы бір нөмір үшін абоненттік төлеу;

Ni – әр абоненттік топтағы нөмірлер саны.

Жобаланып отырған телефон станцияларындағы келесі абоненттердің санаттары бар:

- ауыл шаруашылық секторы;
- Na/ш= 7424 номір;
- пәтерлік сектор;
- Nпәт=31046 номір;
- Бір нөмір үшін абоненттік төлеу:
- ұйымдары үшін – 5,6 USD;
- халықы үшін -2,6 USD;
- 1 USD = 328 теңге.

Dт = 12 × (5,6 × 7 424+2,6 × 31 046) =1 467 528 USD =481 349 184 (теңге)

АТС өз абоненттеріне тағыда басқа қосымша қызметтерді көрсетеді, яғни АТС-тың қосымша қызметтер табысы болады, бұл тарифтік табыстың 14%-ын құрайды.

Dққт = 0,14 × 1 467 528 =205 453,92 USD = 67 388 885,8 (теңге).

Жеке табыс көзі:

Dж = 1 467 528 +205 453,92 =1 672 981,92 USD = 548 738 070 (теңге).

Жобалап отырған бекеттеріміздің сыйымдылығы қазіргі бекеттердің сыйымдылығынан үлкенірек болып келетіндіктен бір телефон жабдығын орнату халық үшін 100 USD құрайды, ұйымдар үшін 250 USD. Сандық желіні пайдалануға енгізгеннен кейінгі табысы:

Dе.к. =100 × 11582+250 × 2394=1 756 700 USD = 590 251 200 (теңге).

5.6.3 Өтімділік мерзімін есептеу. Өтелу мерзімін есептеу үшін абсолюттік экономикалық тиімділіктің мәндерін білу қажет. Абсолюттік экономикалық тиімділік табыс және қаражат салымдарының арасындағы қатынасы ретінде анықталады.

$$E=П/К , \quad (5.16)$$

мұндағы П – пайда;

К- қаражат салымы.

Пайда көзі мына формуламен анықталады:

$$П = Дж - Э \text{ (теңге)}, \quad (5.17)$$

$$П = 548\ 738\ 070 – 22\ 568\ 508 = 526\ 169\ 562 \text{ (теңге)}.$$

Таза пайда мына формуламен анықталады:

$$П' = П \times 0{,}2 \text{ (теңге)}, \quad (5.18)$$

$$П' = 526\ 169\ 562 \times 0{,}2 = 105\ 233\ 912 \text{ (теңге)},$$

$$Е = \frac{П'}{ΣК} \times 100\%, \quad (5.19)$$

$$Е = 105\ 233\ 912 / 1\ 977\ 740 \times 100\% = 53{,}21\%,$$

$$Е = 53\ \%.$$

Есептік өтелу мерзімі тиімділікке кері шама ретінде аңықталады:

$$Т = 1/Е \times 100\%, \quad (5.20)$$

$$T = 1/53 \times 100\% = 1 \text{ жыл } 8 \text{ ай}.$$

MANET және Wi-Fi Mesh желілері жобаларының енгізудің өтелу қабілеттілігі телекоммуникация саласына ыңғайлы.

Желілерді енгізудің экономикалық тиімділігінің диаграммасы 5.2 суретте көрсетілген. MANET және Wi-Fi Mesh желілерінің технологиялары станциялар бір бірінің қызмет көрсету аймағынан тыс жерде орналасқан кезде, байланыс орнатуға мүмкіндік беретін желілер деп айтуға болады.

5.4 кесте – MANET желісін енгізудің экономикалық тиімділігі

Көрсеткіштер аты	Мәндері
Қаражат шығындары, мың теңге	1 977 740
Пайдалану шығындары, мың теңге	22 568 508
Әлеуметтік салық, мың теңге	377 520
Өтемпұл аударымдары Ао, мың теңге	158 219
Материалдар және бөлшектер, мың теңге	9889
Электр қуатының шығындары, мың теңге	16 188 480
Үстеме шығындар, мың теңге	2 402 400
Таза табыс, мың теңге	105 233 912
Абсолютті экономикалық тиімділіктің коэффициенті, %	53
Жобаның өтелу мерзімі, жыл	1 жыл 8 ай

5.2 – сурет. Желінің енгізудегі экономикалық тиімділігінің диаграммасы

5.7 Экономикалық бөлімі бойынша қорытынды

Берілген жобаның басты мақсаты өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік желінің (MANET) және Wi-Fi Mesh желісін ұйымдастыру болып табылады. Соған байланысты мен кәсіпкерлік-жоспарға өнекәсіптерге алыс және жақын болашаққа қойылған мақсаттар мен есептерін есептедім, экономикалық жағдайының, өндірісінің күшті және әлсіз жақтарының бағалауын, нарықты талдау мен қажеттіліктер туралы ақпараттар жайында талдау жасадым. Жобаға қойылған мақсаттарға жетудің ресурстарын бағалау және бәсекелестік шарттарын қарастырдым. Жобаның өтелу мерзімі 1 жыл 8 айды құрады, тиімділік көрсеткіші 53% құрады. Осы көрсеткіштерге байланысты жоба орынды екенін көруге болады. MANET және Wi-Fi Mesh желілері болашақта тұтынушылардың қызмет санының өсуіне қол жеткізуін қамтамасыз етеді.

Қорытынды

Дипломдық жобаның бірінші бөлімінде желінің қамту аймағын кеңейтуге арналған және жылжымалы станциялардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ететін технологиялар, яғни MANET және Wi-Fi Mesh желілері сипатталды.

Екінші бөлімінде MANET және Wi-Fi Mesh желілерінің технологиялары, байланысты басқару механизмдері және олардың хаттамалары қарастырылды.

Үшінші бөлімінде байланысты басқару механизмдері зерттелді. Байланысты басқару механизмдерінің тиімділік көрсеткіштері, олардың аналитикалық және имитациялық модельдері тұрғызылды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде MANET және Wi-Fi Mesh желісінің құрылғыларымен жұмыс істеген кездегі еңбектің қауіпсіздігі мен электромагниттік толқындардың және шудың әсері талқыланды, шу деңгейі есептелді.

Экономикалық бөлімде MANET және Wi-Fi Mesh желілерін енгізудегі жылдық пайдалану шығыны және желіні ұйымдастырудан түсетін табыс көлемі есептелінді.

Қорыта келгенде, қазіргі жағдайды талдау, зерттеу өткізілген, таңдалған тақырып өзектілігі расталды және жобаның жобалау перспективалылық дамуын көрсетеді.

Қысқартулар тізбесі

MANET – Mobile Adhoc NETworks, өзін - өзі ұйымдастыратын мобильдік желі;

WSN – Wireless Sensor Networks, сымсыз сенсорлы (телеметрикалық) желі;

OLSR – Optimized Link State Routing – қосылулар жөнінде мәліметтерді пайдаланатын оңтайлы маршрутизация;

AODV – Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing - маршруттардың ұзақтығы туралы ақпаратты пайдаланатын реактивті маршруттау хаттамасы;

DSDV – Destination-Sequenced Distance Vector - маршруттардың ұзақтығы туралы ақпаратты пайдаланатын белсенді маршруттау хаттамасы;

OSPF – Open Shortest Path First - қысқа жолды таңдау маршрутизациясы;

NHDP – Neighborhood Discovery Protocol - көршілес станцияларды табу хаттамасы;

QoS – Quality of Service, қызмет көрсету сапасы;

Wi-Fi – Wireless Fidelity, сымсыз байланыс жүйесі;

MPR – MultiPoint Relay – көпнүктелі ретрансляторалар;

MBCA – Mesh Beacon Collision Avoidance - бикондардың қақтығыстарын болдырмау механизмі;

TBTT – Target Beacon Transmission Time – келесі биконды жіберу уақыты;

HWMP – Hybrid Wireless Mesh Protocol – сымсыз Mesh желісі үшін гибридті протокол;

PREQ – Path REQuest

PERR – Path REPly

RANN – Root ANNouncement-түбірлік станция жайла хабарландыру;

NS-3 – Network simulation.

Әдебиеттер тізімі

1 IEEE Standard for Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, 2007.

2 Mobile Ad-hoc Networks (rnanet): Tech. rep., IETF: 2008. URL: http://www.ietf.org/ html.charters/manet-charter.html.

3 IEEE 802.11s STANDARD for Information Technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications Amendment: Mesh Networking [Electronic resource], 2011.

4 Jacquet Philippe, Clausen Thomas. Optimized Link State Routing Protocol (OLSR). IETF, 2003. — October. URL: http: //www. ietf . org/rf c/rf c3626. txt.

5 Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing Protocol: Tech. rep.: IETF MANET Working Group, 2003. — July 2003. Expiration: August 17, 2003. URL: http: //www. ietf . org/rf c/ rfc3561.txt.

6 Perkins Charles E., Bhagwat Pravin. DSDV Routing over a Multihop Wireless Network of Mobile Computers // Ad Hoc Networking / Ed. by C. E. Perkins. Addison-Wesley, 2001. Pp. 53-74.

7 Ляхов А.И., Пустогаров И.А., Гудилов А.С. Проблема неравномерного распределения пропускной способности канала в сетях IEEE 802.11 // Информационные процессы. 2008. Т. 8, № 3. С. 149-167.

8 Lyakhov A., Pustogarov I., Gudilov A. IEEE 802.11 Direct links: Interference Classification and Modeling // Selected Lectures on Multiple Access and Queueing Systems. Revised Selected Papers from International Workshop on Multiple Access Communications (MA- COM-2008). Saint-Petersburg, Russia, 16-17th June, 2008. Pp. 15-24.

9 А.А. Сафонов, Е.М. Хоров, А.Н. Красилов. Анализ эффективности протокола OLSR в канале 5МГц // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2010. С. 11-19.

10 Clausen T., Dearlove C., Dean J., Adjih C. Generalized Mobile Ad Hoc Network (MANET) Packet/Message Format. IETF, 2009.

11 А.Г. Кирьянов, Е.М. Хоров, Д.М. Островский. Аналитический метод исследования механизма управления соединениями в мобильных многошаговых беспроводных сетях на примере протокола NHDP // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2011. С. 258-264.

12 Clausen T., Dearlove C., Dean J. Mobile Ad Hoc Network (MANET) Neighborhood Discovery Protocol (NHDP). IETF, 2011.-April. URL: http://tools.ietf.org/html/ rfc6130.

13 И.О. Некрасов, А.А. Сафонов, Е.М. Хоров. Анализ совместного использования про- активного и реактивного способов рассылки сетевой информации в сетях MANET // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2011. С. 1-8.

14 А.А. Сафонов, Е.М. Хоров, П.О. Некрасов. Анализ эффективности методов оптимизации рассылки сетевой информации в сетях MANET. // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2010. С. 2-10.

15 А.Г. Кирьянов, А.А. Сафонов, Е.М. Хоров. Аналитическое исследование эффективности механизмов управления соединениями в меш-сетях IEEE 802.11s // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2011. С. 9-16.

16 Nayebi Abbas, Karlsson Gunnar, Sarbazi-Azad Hamid. Evaluation and design of beaconing in mobile wireless networks // Ad Hoc Netw. 2011. —May. Vol. 9. Pp. 368-386.

17 А.И. Ляхов, Д.М. Островский, Е.М. Хоров. Аналитическое исследование качества соединений, открытых протоколом NHDP // Информационные процессы. 2012. Т. 12, № 1. С. 105-116.

18 В. Феллер. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Мир, 1984.

19 The ns-3 network simulator. URL: http://wuw.nsnam.org/.

20 Романов С.В. Симуляторы беспроводных MANET – сетей /Жоболов А.Н.,Прозоров Д.Е //Инфокоммуникационные технологии, 2012. - № 3 . – С.28 – 33.

21 Дейв Молта. Положение дел в индустрии беспроводных ЛВС // Сети и системы связи. - №11. – 2004.

22 Коньшин С.В., Кондратович А.П. Ұйым стандарты. Оқу – әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. КЕАҚ СТ 56023-1910-04-2014 оқу жұмыстары.

23 Базылов Қ.Б. Кәсіпорын экономикасы. Алматы, АЭжБУ, 2011.

24 Безопасность жизнедеятельности. Защита от производственного шума. Методические указания к выполнению дипломного проекта, Алматинский институт энергетики и связи.- Алматы, 1995.

25 М.К. Дюсебаев. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах (для студентов всех форм обучения) – А.; АИЭС, 2003.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз байланыс желілері, олардың тағайындалуы және маршруттау хаттамалары қарастырылған. MANET және Wi-Fi Mesh желілеріндегі мәліметтер ағынын жеткізу механизмдерінің аналитикалық және имитациялық модельдері тұрғызылды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде еңбек қауіпсіздігі мен электромагниттік толқындардың және шудың әсері қарастырылды, шу деңгейі есептелді.

Экономикалық бөлімде өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік MANET желісінің және Wi-Fi Mesh желісінің тиімділігі, өтелу мерзімі есептелді.

Аннотация

В данном дипломном проекте рассматриваются самоорганизующиеся беспроводные сети, их назначение и протоколы маршрутизации. Построены аналитические и имитационные модели механизмов доставки потоковых данных в сетях MANET и Wi-Fi Mesh.

В разделе безопасность жизни деятельности рассматривается охрана труда и влияние электромагнитных волн и шума, рассчитывается уровень шума.

В экономической части рассчитывается эффективность и срок возмещения самоорганизующихся мобильных сетей MANET и Wi-Fi Mesh.

Abstract

This diploma project considers self-organizing wireless networks, their purpose and routing protocols. Analytical and simulation models of streaming data delivery mechanisms in MANET and Wi-Fi Mesh networks are constructed.

In the safety of life part is considered labor protection and the impact of electromagnetic waves and noise, calculated noise level.

In the economic part calculates the efficiency and compensation period of self-organizing mobile networks MANET and Wi-Fi Mesh.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз байланыс желілері 9
1.1 Өздігінен ұйымдастырылатын көпсатылы сымсыз желілердің тағайындалуы 9
1.2 MANET желілері 10
1.3 IEEE 802.11s стандартының Wi-Fi Mesh желілері 14
2 MANET және Wi-Fi Mesh технологиялары 19
2.1 OLSR (OLSRv2) хаттамасымен басқарылатын, MANET желісіндегі қосылымдарды басқару 19
2.2 OLSR хаттамасының негізінде MANET желісіндегі маршрутизация. Желілік ақпараттың таралуы 20
2.3 Wi-Fi Mesh желісінде байланысты басқару механизмі. Көршілес станцияларды анықтау 22
2.4 Wi-Fi Mesh желілеріндегі маршрутизация. Маршрутизация протоколы 24
3 Есептеу бөлімі 26
3.1 Сымсыз байланыс желілірінің көрсеткіштерін есептеу 26
3.2 Байланысты басқару механизмдерін зерттеу 32
3.3 Байланысты басқару механизмінің тиімділік көрсеткіштері 33
3.4 Байланыс күйінің синхронизациясыз ББМ-нің моделі 35
3.5 Модельдің дәлдігін бағалау 42
4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі 43
4.1Еңбек жағдайын талдау 43
4.2 Электромагниттік толқындар 44
4.3 Электромагниттік сәулеленудің әсері 46
4.4 Шудың адам организіміне тигізетін әсері 48
4.5 Шу деңгейін есептеу. 48
4.6 Шудың адам организміне әсер етуінен қорғау шараларын жасау 53
4.7 Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі бойынша қорытынды 54
5 Кәсіпкерлік-жоспар 54
5.1 Түйін 54
5.2 Кәсіпкерлік- жоспардың мақсаты 54
5.3 Нарықты стратегиялық бағалау 56
5.4 Ықтимал тұтынушылар және сатып алушылар 56
5.5 Даму жоспары 57
5.6 Қаражат салымдарын есептеу 57
5.7 Экономикалық бөлімі бойынша қорытынды 64
Қорытынды 65
Қысқартулар тізбесі 66
Әдебиеттер тізімі 67
А қосымшасы 69
Б қосымша Плагиат туралы анықтама
В қосымша Дипломдық жұмыс электрондық нұсқасы және видеоматериалдар (CD-R)

Кіріспе

Қазіргі таңда сымсыз кеңжолақты байланыс желілерін әзірлеушілер мен зерттеушілерінің назарындағы мәселелердің бірі орталықтандырылмаған желілерді құру болды.

Орталықтандырылмаған желілер, немесе ad hoc классының желілері - бұл қажет болғанда, алдын-ала қолданыстағы инфрақұрылымсыз балама станциялардан құрылған желілер. Осындай желілерге үлкен сұраныс сымсыз желілер стандарттарында көрініс табады, мысалы Wi-Fi коммерциялық маркасы ретінде белгілі IEEE 802.11 стандартында.

Бұл стандартта ad hoc желілері біртипті құрылғылардан және әр станция қалған барлық станциялардың тікелей радиоқабылдау аймағында орналасқан үлестірілген басқаруды қолданады.

1997 жылы стандарттың бірінші нұсқасының жариялануынан кейін көптеген жаңа мәселелер орын алды, олар қозғалмалы станциялардың үздіксіз жұмыс істеуін және желінің қамту аймағын кеңейтуді талап етті.

Желінің қамту аймағын кеңейту дегеніміз, байланыс желісінің кейбір станциялары бір-бірінің радиоқабылдау аймағынан тыс орналасқан, сондықтан олардың арасында дестелерді жеткізу үшін, аралық станциялар арқылы дестелерді қайта жіберу қажет. Осылайша, желінің қамту аймағын кеңейту бірсатылы желіден көпсатылы желіге алып келеді. Көпсатылы желіде жылжымалы станциялар жұмысын қамтамасыз ететін технологиялар:

1) IEFT спецификациясы түрінде ұйымдастырылған мобильді ad hoc желілер технологиясы (MANET желілері);

2) IEEE 802.11s стандартының mesh желілер технологиясы (Wi-Fi Mesh желілері).

Осы спецификациялар көпсатылы мобильді желілерде мәліметтерді жіберуге мүмкіндік бергенімен, соңғы жылдары мультимедиялық трафик көлемінің күрт өсуі байқалады. Бұл зерттеушілер мен инженерлердің алдына жаңа мәселелер қояды, мәліметтерді жіберу ғана емес, сонымен қатар сапалы қызмет көрсетуді талап етеді.

Дипломдық жобаның мақсаты механизмдер тиімділігін бағалауға және оларды қызмет көрсету трафигінің сапасына қойылатын талаптарды қанағаттандыруға мүмкіндік беретін, MANET және Wi-Fi Mesh желілеріндегі мәліметтер ағынын жеткізу механизмдерінің аналитикалық және имитациялық модельдерін тұрғызу.

1 Өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз байланыс желілері

1.1 Өздігінен ұйымдастырылатын көпсатылы сымсыз желілердің тағайындалуы

Сымсыз кеңжолақты байланыс желілері мыңжылдықтың өзінде соңғы миль тапсырмасы және орталықтандырылмаған желілерді құру міндеті деп аталатын екі тапсырманың өзектілігі нәтижесінде қолдану аясын күрт кеңейтті.

Соңғы миль міндеті - түпкі пайдаланушылар үшін дәстүрлі сымды инфрақұрылымдық желі қызметтеріне қолжетімділікті ұйымдастыру болып табылады. Оны шешу үшін сымды желіге арнайы құрылғы - сымсыз байланыс арнасы арқылы түпкі пайдаланушылардың клиенттік станциялары қосылатын базалық станция немесе кіру нүктесі қосылады. Осы «клиент-сервер» архитектурасы шеңберінде ортаға қол жеткізу орталықтандырылған немесе таратылған әдістер арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Бірінші жағдайда, қол жеткізу нүктесі ортаға қолжетімділікті, соқтығысуды болдырмай (әртүрлі станциялардың дестелерінің бір мезгілде жіберілуі) бақылайды, бұған қоса қол жеткізу нүктесі болмаған жағдайда, клиенттік станциялар сымды желіге қосыла алмайды, оның монополиялық құқықтармен бөленуі тұтастай алғанда желінің сенімділігін төмендетпейді. Екінші жағдайда, ортаға қолжетімділік бәсекелестік негізінде жүзеге асырылады, және барлық клиенттік станциялар, сондай-ақ кіру нүктесінің өзі өз дестелерін беру құқығына бәсекелеседі.

Орталықсыздандырылған желілер немесе ad hoc класының желілері - қажет болған жағдайда, сымды инфрақұрылымсыз баламалы станциялардан құрылған өзін-өзі ұйымдастыру желілері. Осындай желілерді құру мәселесі - желіде, «клиент» станциялары ретінде әрекет ететін басқа құрылғылардан, бағыттағыш құрылғыны таңдап және оны «серверлік» өкілеттілік беру арқылы шешілуі мүмкін, бірақ бұл қолданыста ыңғайсыз. Соңғы миль мәселесіне қарағанда, клиент-сервердің архитектурасы табиғи болып табылатындықтан, орталықсыздандырылған желілерді құру мәселесін шешуде станцияларға «клиенттер» мен «серверлер» рөлдерінің жасанды тағайындалуы желінің сенімділігін төмендетеді. Шынында да, бұл құрылғы басқа станциялар жұмыс істей алмайтын кез келген функцияларды орындамағанына қарамастан, үйлестіруші құрылғының істен шығуы желі жұмысын тоқтатады. Сондықтан да орталықтандырылған желілерді құру мәселесін шешу кезінде арнаға қол жеткізу тек қана таратылған бақылау арқылы жүзеге асыру қажет.

Ad hoc класының желілерін құру кезінде клиент-сервер архитектурасынан бас тарту соңғы миль мәселесін шешуді және орталықсыздандырылған желілерді құру мәселесін шешуді айтарлықтай әртүрлі етеді, бұл IEEE 802 халықаралық комитеті әзірлеген IEEE 802.11, Wi-Fi сауда маркасымен белгілі, сымсыз локалды желі стандартында айқын көрінеді, стандартта желілердің екі түрі сипатталады: инфрақұрылымдық желілер және ad hoc желілер[1].

Инфрақұрылымдық желілер технологиясы (Wi-Fi Hotspot) бүкіл әлемде орналастырылған миллиондаған сымсыз кіру нүктелері үшін кеңінен танымал.

Сымды инфрақұрылымдық желіге сүйене отырып, кіру нүктелері, әдетте Интернет желісіне қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

IEEE 802.11 базалық стандартының шеңберінде инфрақұрылымды қажет етпейтін ad hoc желілері, әр станция барлық басқа станциялардың тікелей радиоқабылдау аймағында орналасқан тең дәрежелі байланыс желілері болып табылады. Дегенмен, стандарт бойынша жұмыс басталғаннан бастап осындай сымсыз желілерді қолданумен байланысты көптеген жаңа міндеттер пайда болды:

- үй, кеңсе және зауыт желілері;
- кампус желісі;
- коммуналдық және коммерциялық қоғамдық желілер;
- көлік тораптары желісі (автомобильдер, соңғы жылдары және әуе кемелері);
- төтенше жағдайлар аймағында қолданылатын желілер;
- Әскери желілер.

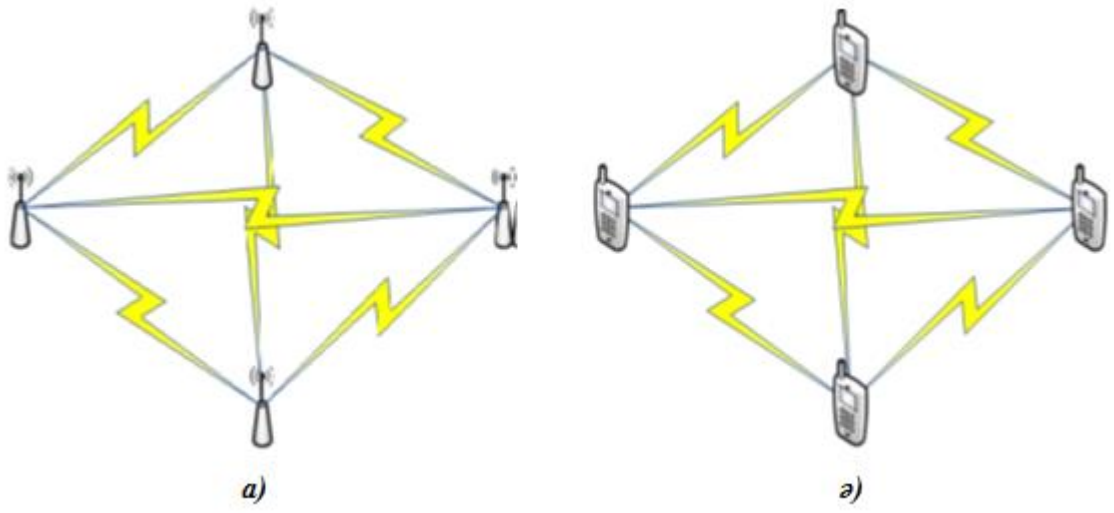
Бұл міндеттер желінің қамту аймағын кеңейтуді және жылжымалы станциялардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз етуді талап етті.

Желінің қамту аймағын кеңейту дегеніміз, тұтастай алғанда желі станциялары бір-бірімен байланыста болса да, кейбір станциялар бір-бірінің радиоқабылдау аймағынан тыс жерде орналасқан, сондықтан олардың арасында дестелерді жеткізу аралық станциялар арқылы дестелерді қайта жіберуді талап етеді. Осылайша, желінің қамту аймағын кеңейту бір сатылы желіден көп сатылы желіге көшуге алып келеді.

Сол станциялардың қозғалысы желінің топологиясының уақытпен өзгеріп отыруын және станциялар жұмысы кезінде бір-бірінің тікелей радиоқабылдау аймағында немесе бұл аймақтан тыс жерде болуы мүмкін дегенді білдіреді. Желінің қамту аймағын кеңейтуге арналған және жылжымалы станциялардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ететін технологиялар IETF ұйымының (ағылшын: Internet Engineering Task Force) техникалық сипаттамалары түрінде берілген өзін өзі басқаратын MANET [2] мобильді ad hoc желілері және IEEE 802 LAN / MAN стандарттар комитетінде әзірленген Wi-Fi Mesh [3] технологиясы.

1.2 MANET желілері

MANET (Mobile Ad-hoc NETworks - ұялы арнайы желілері) желісі - кездейсоқ ұялы байланыс абоненттері бар радио, базалық станциялар, сонымен қатар қолдау болмаған толық орталықтандырылмаған басшылықты жүзеге асырады. Топологиясы – өзгеріп отыратын кездейсоқ түйіндердің қосылуы. Осыған WSN (Wireless Sensor Networks - сымсыз сенсорлы желілері) - сымсыз сенсор (телеметрия) радио арналары арқылы біріктірілген, жекелеген экологиялық параметрлерінің мониторингі, өңдеу және деректерді беру шағын сенсор түйіндерінен тұратын желі қосу керек. Олар mesh, ad-hoc және де MANET желілері(1.1 сурет).



1.1 – сурет. а) Ad-hoc сымсыз желісі;
ә) MANET (Mobile Ad hoc Network) желісі

MANET - өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік желілер, өздігінен ұйымдастыратын мүмкіндіктерін қолдана отырып таралған басқару принциптары және желінің түйіндерінің өзін-өзі басқаруы.

MANET дәстүрлі "инфрақұрылым" сымсыз желілері қол жетімсіз немесе тиімсіз болған жағдайда, ақпаратты таратуды қамтамасыз етеді. MANET қолдану облыстары азаматтық (жалпы қолжетімді жүйелердің ұйымы, таралған компьютерлік желілер, табиғи ортаның геомониторингті жүйесі, кездейсоқ жағдайдағы ақпарат алмасуы т.б.) және әскери (ұрыс қимылдардың тактикалық біріккен ұйымы) болып табылады. Өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік желінің фундаменталдық ерекшелігі «инфрақұрылым» сымсыз желісі, сондай-ақ ұялы желілерден өзгеше желі түйіндерінің функциональдық баламалығы болып табылады.

MANET маршруттау хаттамалары шартты түрде мынадай топтарға бөлінеді: проактивті немесе реактивті («жазық») және гибридты (иерархиялық) маршруттау, адрес статусы және тұрған жерінен тәуелділікте ұштасатын әр түрлі стратегиялар.

MANET маршруттау хаттамаларының таңдауы жалпы алғанда күрделі есептен және талаптардан тәуелді болады, мынадай қосымшамен: желі абоненттерінің саны, олардың мобильділіктері, берілген мультимедиалық салалардың қажеттіліктері, сапалар көрсеткіштердің QoS және т.б. осылай, реактивті маршруттаумен (DSR, AODV) хаттамалар, аз ғана салыстырмалы жылдамдықпен түйіндерден (кем ~102 абонент) аз ғана желілерде тиімді. Деректердің дестелерін жеткізудің минималды аялдауын проактивті хаттамалары (OLSR, TBRPF, FLAME тағы басқалар) қамтамасыз етеді. Сол үшін MANET абоненттік терминалдар қабылдаушы таратушылармен мен «интеллектуалдық» болып көрінеді.

OLSR (ағыл.: Optimized Link State Routing – қосылулар жөнінде мәліметтерді пайдаланатын оңтайлы маршрутизация) [4], AODV (ағыл.: Ad hoc

On-Demand Distance Vector Routing - маршруттардың ұзақтығы туралы ақпаратты пайдаланатын реактивті маршруттау хаттамасы)[5] және DSDV (ағыл.: Destination-Sequenced Distance Vector - маршруттардың ұзақтығы туралы ақпаратты пайдаланатын белсенді маршруттау хаттамасы) [6] сияқты MANET желілеріндегі маршруттау хаттамалары сымды желілерге арналған маршруттау хаттамаларының сәл бейімделген түрін береді. Мысалы, OLSR протоколы сымды желілерге бағыттау үшін пайдаланылатын OSPF (Open Shortest Path First - қысқа жолды таңдау маршрутизациясы) протоколына өте ұқсас.

Желілік деңгейде жұмыс жасап қарапайым маршруттау хаттамалары арналық деңгеймен өзара әрекет ете алмайды. Осылайша, оларға, араласулар мен соқтығысулар арқылы дестелік бұрмалану ықтималдылығы, қосылыстардың әрқайсысында қолданылатын сигнал-кодтық құрылымдардың қасиеттері, сондай-ақ арнаға қосылу әдісі мен қабылданбаған дестелердің қайталау механизмінің параметрлері туралы мәліметтер қол жетімді емес. Демек, бұл хаттамалар байланыс бойынша дестенің табысты берілу ықтималдығын, сондай-ақ қосылулардың өткізу қабілеттілігін анықтай алмайды, ал олардың көмегі арқылы табылған маршруттар төмен өткізу қабілетіне ие және жиі жоғалады [7,8]. Сонымен қатар, маршруттау хаттамалары көбінесе сымсыз ортаның келесі ерекшеліктерін ескермейді:

- трансляцияны беру кезінде дестені жоғалтудың жоғары ықтималдығы, ол қызметтік ақпараттың жиі жоғалуына әкеледі;
- ұзындығын ұлғайта отырып, дестенің жоғалу ықтималдығының экспоненциалды жоғарылауы, ол дестелік агрегация мүмкіндіктеріне шектеулер енгізеді;
- дестенің бір станциямен жіберілуінің, сол станцияға көрші орналасқан станциялармен дестетердің жіберілуіне әсері және т.б.

Осыған байланысты, қарапайым хаттамаларды іске қосатын MANET желілері төмен өнімділікке ие және оларды пайдалану мүмкіндіктері шектеулі.

Осы хаттамалардың дамуы және олардағы күрделі механизмдерді қосу түрлі ішкі мәселелерді шешуге арналған механизмдердің жеке ерекшеліктері ретінде сәйкестендіруге әкелді. OLSR хаттамасының екінші нұсқасын әзірлеуде (OLSRv2), әлі аяқталмаған жұмыс, жеке механизм ретінде, көршілес станцияларды табу және олармен байланыс орнату NHDP (ағыл.: Neighborhood Discovery Protocol - көршілес станцияларды табу хаттамасы) хаттамалары, маршруттау метрикалары (OLSRv2 оларды сипаттайды, бірақ бірінші нұсқаға қарағанда оларды пайдалануға мүмкіндік береді), қызмет көрсету бумаларын қалыптастыру механизмі енгізілген [10].

1.2.1 MANET желілерінің негізгі ерекшеліктері мен артықшылықтары. Бүгінгі күнде көптеген мәселелер қарастырылуда:

- кедергіге қалыпты, қарсы тұратын қамтамасыз ету мәселені;
- берілетін деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесі;
- желілерді жалпы өткізгіштік қабілеттілігінің мәселесі;

- маршрутизацияның қолданылатын әдістерін тиімділіктің мәселесі.

Ad-hoc желісінің маршруттау хаттамаларын табысты қолдану үшін келесі жоспаларға ие болуы керек:

- TCP хаттамасында транспорттық деңгейінде классикалық тетіктерінің қиындалған кепілді жеткізулері пайдалануы желінің топологиясының ауысу шарттарындағы дестелерді сенімді жеткізуді үнемі қамтамасыз ету;
- желінің топологиясының ауысу шарттардағыны бағдарғының құрылысын үнемі қамтамасыз ету;
- бағдарғының үзілісін жедел табылудың тетіктері болуы және оның қалпына келтіруі;
- жоғары масштабталатындыққа ие болу, яғни желі жоғарғы өнімділікті әр түрлі өлшемдерде қамтамасыз ету;
- QoS қолдану.

MANET өздігінен ұйымдастырылатын желілер дәстүрлі архитектураның сымсыз желілерінің үстінде келесі артықшылықтарға ие болады:

- таратқыш қуатының өте алыс жерлерге деректерді жіберу мүмкіндігі;
- желін инфрақұрылымында өзгерістерге орнықтылық;
- қолайсыз бөгет жағдайларда шапшаң реконфигурацияның мүмкүндігі;
- қарапайымдылық және күшейтуінің жоғары жылдамдығы.

Мобильді құрылғылар базасын негізін салатын сымсыз желілер мынадай ерекшеліктерге ие:

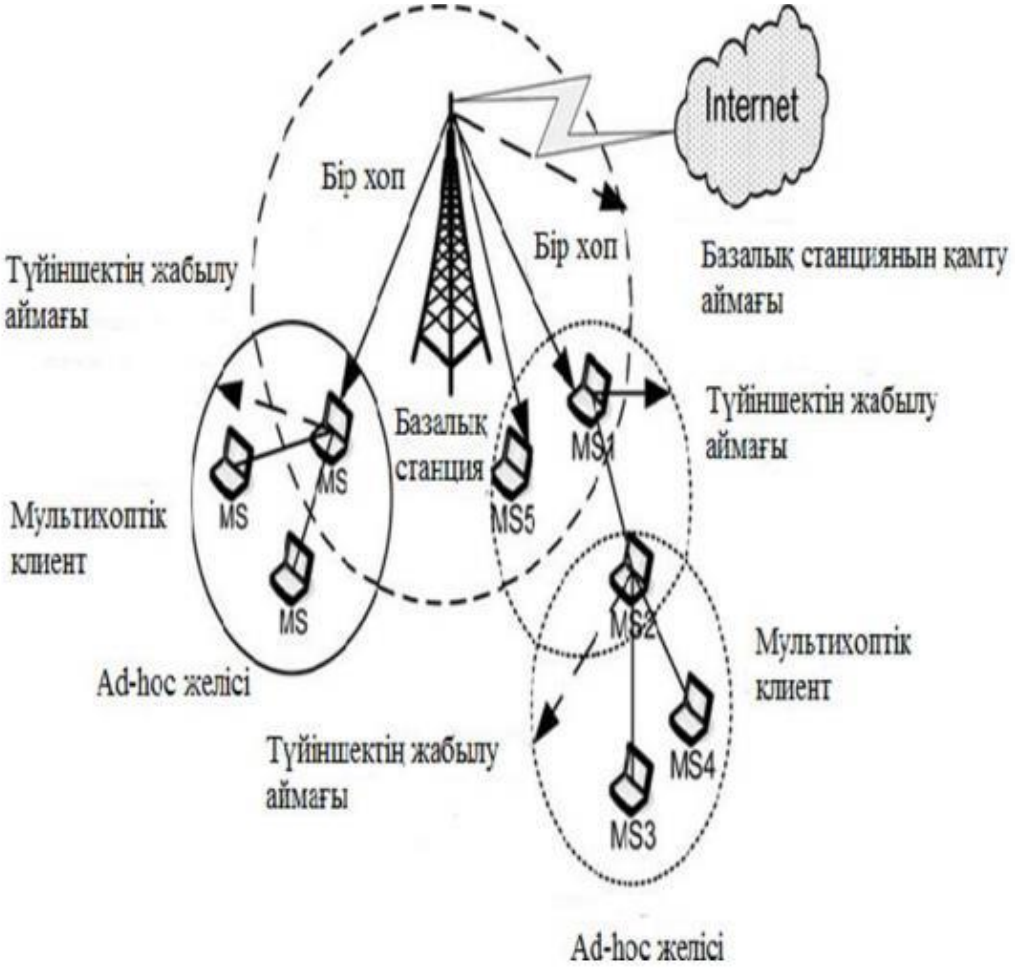
- түйіндердің мобильдігі желі топологиясының динамикалылығының қосымша жоғарылауына алып келеді, себебі кедергі немесе торапты қосу / өшіру салдарынан байланыстың ажырап кету мүмкіндіктеріне оның қозғалыс ықтималдығы қосылады;
- ұялы түйіндердің электр көздері шектеулі болуы мүмкін, сондықтан аппараттық құрылғаларды және хаттамаларды тұрғызу кезінде энергияны тұтынуды ескеру қажет.

1.2.2 MANET желісінің архитектурасы. MANET желісінің архитектурасы желінің негізін (backbone) құрайтын түйіндер (node) мен клиенттік құрылғылардан тұрады. Түйіндер әрқайсысы әрқайсысымен байланысып, өз бетімен деректерді тарату жолдарын жасай алады.

Түйіндер көрші түйіндердің ажыратылуын немесе жаңа түйіндердің пайда болуын қадағалайды және маршруттарды автоматты түрде қайта құрады.

MANET желілерінің технологиясы сымсыз желілерге тән емес, сымсыз желілерде ол жаңа қасиеттерге ие болады. Сымсыз түйіндерді пайдаланған кезде, желі топологиясы жай ғана жылжыту, жою немесе түйіндерді қосу арқылы оңай реттелуі мүмкін. Теориялық тұрғыдан, кез-келген аумақты MANET желісімен қамтуға болады.

Бұл жағдайда басты мәселе - түйіндердің қажетті санына қол жеткізу және оларды электрмен жабдықтау мүмкіндігі. Сымсыз клиенттер қамту аймағында қозғала алады, түйіндер дұрыс маршруттарды салады және ашық роуминг ұсынады. Абоненттік қызмет тұрғысынан мұндай желілер қазірдің өзінде IP-қосымшалардың толық ауқымын - Ethernet, VoIP, realtimevideo.



1.2 – сурет. MANET желісінің архитектурасы

Төңіректегі ортадан, өңдеуден және берілуден нақтылы параметрлерден барлаудан интеграцияланған функциялармен аз габаритті сенсор түйіндерден осы радиоканалдар бойынша тұратын WSN (WirelessSensorNetworks) — сымсыз сенсорді (телеметрикалық) желіге қосу керек (1.2 – суретте көрсетілген).

1.3 IEEE 802.11s стандартының Wi-Fi Mesh желілері

MANET желілерінде маршруттау хаттамаларының тиімділігін арттыру үшін оларды арналық деңгей туралы ақпаратпен қамтамасыз ету қажет болды, мысалы, маршруттау метрикасын пайдаланып байланыс сапасы туралы ақпарат. Мұндай тәсіл маршруттау желілік деңгейде орындалуы керек деген парадигмаға сүйенеді. Дегенмен, оны жүзеге асырған кезде, әзірлеушілер қабаттаралық өзара әрекеттесу проблемасына тап болады: көп арналы желінің өткізу қабілеттілігі мен ақауларға төзімділігін арттыру үшін маршруттау хаттамалары арналық деңгейдің ерекше ақпараттарын пайдаланады және арналық деңгейдегі дестелерді беруді басқаруы керек. Осылайша, хаттамаларда белгілі бір өндірушінің және белгілі бір марканың желілік карталарының мүмкіндіктері ескеріледі.

Деңгей аралық байланыс проблемасы арналық деңгейінде маршруттау мәселесін шешу жолымен жойылуы мүмкін. IEEE 802 LAN / MAN стандарттар жөніндегі комитеті осы жолды қолданды. 2004 жылы бұл комитет сымсыз көп сатылы өзін-өзі ұйымдастыру желілері үшін стандарт әзірлеу үшін жеке топ құрды. 2011 жылдың соңында жарияланған IEEE 802.11s [3] стандарттарында мұндай желілер Wi-Fi Mesh желілері деп аталады.

Wi-Fi технологиясы корпоративті желілер үшін де, үйдегі қолданушылар үшін де сымсыз желілерді құруда үлкен қолданысқа ие. Кеңжолақты сымсыз байланыс, мүмкіндігінше бағасы қолжетімді, төмен, кез келген уақытта және кез келген жерде байланыс аясында болу, Wi-Fi базасында құрылған желілердің кең таралуына себеп болды.

Алайда сымсыз желілерді жобалаушылар мен қолданушылар тез арада бір шектеуші фактормен соқтығысты. Ғимаратты/аумақты толық қамту үшін бірнеше бір-бірмен қиылысатын қамту зоналары бар бірнеше қатынас нүктесі қажет. Wi-Fi желісінің «классикалық» топологиясында әрбір қатынау нүктесін сымды желіге қосу керек, ал сымды желі ол орнатылатын жерде әрдайым қолжетімді емес. Бұл фактор техникалық жағынан қарасақ – жүйені орнатуды қиындатады, және де экономикалық жағынан қарасақ – жоба құрын айтарлықтай көбейтеді. Көптеген жағдайларда Ethernet кабелін орналастыру 2-3 есе нүктелік қатынастан асып түседі, ол өз кезегінде сымсыз шешімнің экономикалық тартымдылығына әсер етеді.

Wi-Fi қарапайым қатынау нүктесі ғимараттан тыс жерде байланыс ұзақтығын жүздеген метрге дейін қамтамасыз етеді. Нақты қамту аумағы ғимараттардың, ағаштардың тығыздығына, жапырақтардың санына және тағы да басқа бөгеуілдерге байланысты. Сондықтан сенімді жаппай радиожабын желісі үшін мейлінше қатынас нүктелерін тығыз орналастыру керек. Жалпы жағдайда, қатынас нүктесі қаншалықты жоғары орналасса, соншалықты көп аумақты қамтиды, сондықтан орналастыру жерлері ретінде бағаналар, биік ғимараттардың төбелері қарастырылады.

Сондықтан, Wi-Fi сымсыз желісін қала немесе аудан масштабында құру жаңа топологияны және жаңа құрылғыларды қажет етеді.

Топология келесідегідей талаптарды қамтамасыз етуі керек:

- ондаған және жүздеген қатынас нүктесіне дейін масштабтану мүмкіндігі, оның көбі сымсыз қосылған;
- желі қала жағдайында әрдайым өзгеріп тұратын күрделі бөгеуілдік жағдайларға динамикалық бейімделу мүмкіндігіне ие болуы;
- бір немесе бірнеше қатынас нүктесінің істен шығуы қатынас қызметіне немесе қызмет сапасына кері әсерін тигізбеуі керек;
- жаңа қатынас нүктелері орнатылғаннан кейін дереу желіне автоматты түрде қосылуы керек;
- қызметтік хабарламалармен жүйедегі өткізу жолағының төмен пайдалы жүктемесі;
- желінің жоғары деңгейдегі ақпараттық қауіпсіздігі.

Mesh – желілік ұяшықтық топологиясын сипаттайды, осының негізінде желінің әрбір құрылғысы бірнеше басқа да құрылғылармен байланысуы мүмкін. Сәйкесінше, бір тораптан басқасына сигнал бірнеше жол арқылы өтуі мүмкін. Бұл топологияны қолдану арқылы желі параметрлерінің күйлерін өзгертпей ақ желіге сымсыз құрылғыны қосуға да алып тастауға да болады.

Wi-Fi MESH шешімі – толық байланысты сымсыз желі – жалпы қамту мен инфрақұрлым арасындағы қарама-қайшылықты шешуге негізделген және экономды түрде сымсыз кеңжолақты Wi-Fi қатынасын жасауға мүмкіндік береді.

Мұндай шешімді әрбір қатынас нүктесі кем дегенде екі қабылдағыш – таратқышқа ие – біреуі 2,4 ГГц диапазонында, екіншісі – 5 ГГц даиапазонында. Диапазон 2,4 ГГц клиенттердің желіге қатынасы үшін қолданылады. 5 ГГЦ диапазоны қатынас нүктелері арасындағы байланысты қамтамасыз ету үшін қызметтік арна ретінде қолданылады. Қатынас нүктелері арасындағы байланыс үшін арнайы хаттама қолданылады, ол адаптивті түрде көптеген параметрлерге байланысты маршруттауға мүмкіндік береді, олар:

- байланыс арнасының күйі және сапасы, қолжетіді жылдамдық;
- қатынас нүктесінің және көрші нүктелердің жүктемесі;
- сымды қосылуға дейінгі желідегі тораптар саны және дестені жіберудегі кідіріс уақыты.

1.3.1 Wi-Fi MESH сымсыз желілердің артықшылықтары мен кемшіліктері. MESH-технологиясы негізінде Wi-Fi желісін құру – дәстүрлі жүйелер талап етілетін аумақты қамтуды қамтамасыз етуге қабілетті емес аумақта тапсырмаларды шешу, дауыс беру талап етілетін сапасы қажет болған кезде және мобилдікті қолдау үшін тамаша нұсқа.

Қолдану облысы:

- арнайы іс-шаралар, жедел әрекет ету қызметтері, қоғамдық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша іс-шаралар;
- ғимараттардың кешені үшін арналған желі, өндірістік үй-жайлар, сауда орталықтары, спорттық жарыстарды өткізу орындары, әуежайлар;
- муниципалдық мекемелер, тұрғын аймақтар, саябақтар;
- оператормен басқарылатын ортақ пайдалану аймақтарында немесе тұрғын аудандарда ұсынылатын қызметтер.

Жүйенің мүмкіндіктері:

- қолданыстағы инфрақұрылымымен байланыспаған тұрақты және өміршең MESH-желісін жылдам автоматты ұйымдастылуы;
- бір-бірімен тікелей радиокөруі жоқ қашықтағы құрылғылар арасында пакеттерді ретрансляциялау;
- барлық IP - қосымшаларды толық қолдауы бар Интернет желісіне сымсыз қатынау.

Wi-Fi MESH желісінің артықшылықтарына жататындар:

- өздігінен ұйымдастырылу арқасында өрістетудің аз уақыты және қарапайымдылығы;

- жоғары сенімділігі мен икемділігі, артық байланыстардың есебінен тораптар арасында бірнеше балама маршруттар бар;
- трафикті автоматты түрде зақымдалған учаскелерді айналып бағыттау мүмкіндігінің арқасында өздігінен адаптация және өздігінен қайта қалпына келуі;
- дәстүрлі желілермен салыстырғанда аз энергия тұтынуы;
- іс жүзінде шексіз масштабты және желі сыйымдылығын ұлғату мүмкіндіктері;
- барлық құрылғылар бірдей құқықты және ретранслятор ретінде де, қатынау нүктесі ретінде де жұмыс істей алатындықтан орталық агрегирлеуші тораптың қажет болмауы.

Wi-Fi MESH желісінің кемшіліктеріне жататындар:

- қызмет үшін, мәліметтерді берудегі жылдамдыққа және кідіріс уақытына сезімталдығы, QoS қызмет сапасымен қамтамасыз ету қиындығы;
- 2 диапазондағы жиілікті қолдану үшін рұқсат алу қажеттігі;
- backhaul тораптарының санының артуымен мәліметтерді тарату жылдамдығының төмендеуі. Сондықтан «тар орындарды» алып тастау үшін көптеген сыммен қосылған қатынас нүктелеріне ие болу керек;
- қатынас нүктелері арасында қызметтеік ақпаратты маршруттау және тарату үшін фирмаішілік хаттамалар қолданылады, ол өз кезегінде муоьтивендорлы желілерді құруға мүмкіндік бермейді.

Mesh-топология несімен жақсы? Біріншіден, желі салыстырмалы түрде арзан модулдермен құрылады, олардың әрқайсысы көру аймағындағы барлық көршілерімен радиоарна арқылы байланысқан. Екіншіден маңыздылығы аз емес құрам ол – бұл моделдерден құрылған желі өзін-өзі ұйымдастырады және кейбір тораптар істен шығып қалған жағдайда желі қайта қалпына келеді. Және үшіншіден – желіні қолдау бағасының арзандығы – тораптар әрдайым көршісінің күйін «көріп» және «сезіп» тұратындықтан олардың күйі сәйкесінше маршруттық кестенің өзгеруі туралы шешім қабылдайды, бұл жерде тек электкоректің дұрыс қосылуын қолдауында.

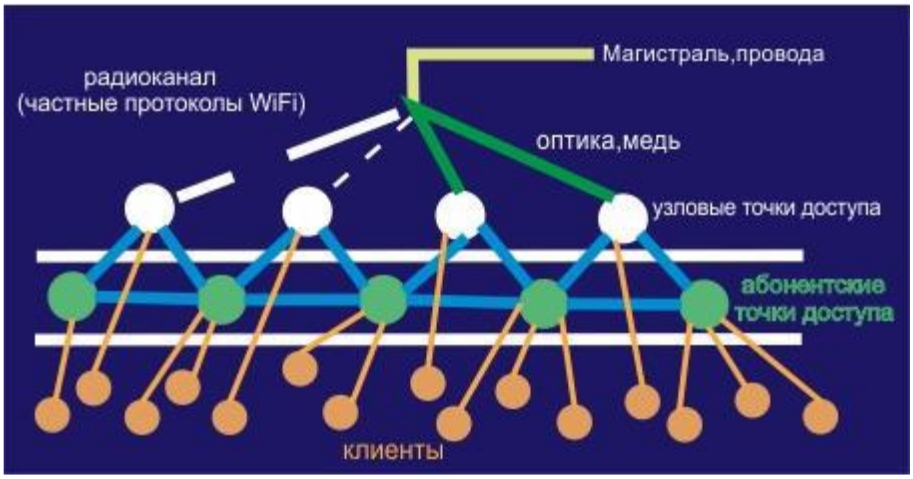
1.3.2 Wi-F- Mesh желісінің архитектурасы. Mesh топологиясы орталықтандырылған принцип бойынша құрылатын 802.1 1a/b/g типті желілерден айырмашылығы ретінде орталықтандырылмаған жүйе негізінде ұйымдастырылады. Mesh-желілерінде жұмыс жасайтын қатынау нүктелері абоненттік қатынау қызметтерін ұсынып қана қоймай, желінің басқа қатынау нүктелеріне маршрутизатор/ретранслятор функциясын атқарады.

Осы функция арқасында өздігінен ұйымдастырылатын, өзін өзі қалпына келтіретін кең жолақты желінің сегментін ұйымдастыруға мүмкіндік туады, желінің жалпы архитектурасы 1.3 – суретте көрсетілген.

Mesh топология негізінде ұйымдасқан ақпаратты желілер бір жарым-екі жылда үлкен нәтижелерге жетті. Проекттердің масштабы мыңдаған қатынау нүктелері мен он мыңдаған тұтынушыларға дейін өсті. Әр түрлі желілік пен радиотехникалық шешімдердің интеграциясы кезінде тұтынушылар талабына сай (мобильдік, QoS, қауіпсіздік) келетін Mesh-желілер көптеген маңызды

шешімдер жиыны ретінде көрінеді. Персоналды мен муниципалды тұтынушылар үшін Mesh-топологиясы арқылы жергілікті (LAN) мен қалалық (MAN) желілер ұйымдастырылу мүмкіндігі, глобалды желімен (WAN) оңай интеграциялануы қызықтырушы фактор болып табылады.

Қазіргі кезде Mesh-желілер кең таралған сымсыз Wi-Fi стандарттарын қолдану арқылы ұйымдастырылған. Бұндай шешім артықшылығы кең көлемде арзан стандартты абоненттік құрылғылар проектінің коммерциялық тиімділігін анықтайды.



1.3– сурет. Желінің жалпы архитектурасы

Mesh-желілер кластерлер жиынтығы ретінде салынады. Қамту аумағы кластерлік аймақтарға бөлінеді, олардың саны теориялық шектелмеген. Бір кластерде 8-ден 16-ға дейін қатынау нүктесі орналастырылады. Мұндай нүктелер бірі тораптық (gateway) болып табылады және кабель (оптикалық немесе электрлік) немесе радиоарна (кеңжолақты қатынау жүйелерін пайдалана отырып) арқылы магистральдық ақпараттық арнаға қосылады. Тораптық нүктелер, кластердегі қалған басқа нүктелер (nodes) сияқты бір-бірімен (жақын көршілермен) көліктік радиоарна арқылы біріктіріледі. Нақты шешімге байланысты қатынау нүктелері ретранслятор (көліктік арна) функцияларын немесе ретранслятор және абоненттік қатынау нүктелері функцияларын орындай алады. Mesh ерекшелігі арнайы хаттамаларды пайдалану болып табылады, ол әр қатынау нүктесіне желі абоненттерінің көліктік арнаның жай-күйін бақылаумен және көршілес нүктелер арасында оңтайлы бағыт бойынша трафикті динамикалық маршруттауды қолдаумен кестелерін жасауға мүмкіндік береді. Олардың біреуі істен шыққан кезде трафик автоматты түрде басқа маршрутпен жіберіледі, бұл трафикті адресатқа жеткізуді ғана емес, сондай-ақ аз уақытта жеткізуге кепілдік береді.

Кластер шегінде желіні кеңейту рәсімі жаңа қатынау нүктелерін орнатумен шектеледі, олардың қолданыстағы желіге интеграциясы автоматты түрде жүреді.

Осындай желілердің кемшілігі, олар деректерді жіберу үшін аралық пункттерді қолданады; бұл ақпаратты жіберу кезінде кешіктіруді тудыруы

мүмкін және соның салдары ретінде, нақты уақыт трафигінің (мысалы, сөйлеу немесе бейне) сапасы төмендейді. Осыған байланысты бір кластердегі нүктелер санына шектеулер бар.

2 MANET және Wi-Fi Mesh технологиялары

2.1 OLSR (OLSRv2) хаттамасымен басқарылатын, MANET желісіндегі қосылымдарды басқару

MANET технологиясы анықтамасы жағынан ұялы желілерді құру үшін арналған, олардың станциялары бір-бірінің радио қабылдау аймағында болады және шығып тұрады. Көршілес станциялардың жиынтығын анықтау үшін, яғни, бір-бірінің радио қабылдау аймағында орналасқан станцияларды, OLSR протоколы хаттаманың екінші нұсқасында бөлек NHDP хаттамасына енгізілген арнайы байланысты басқару механизмін (ББМ) пайдаланады. Оның жеңілдетілген сипаттамасын келтіреміз[11].

Техникалық сипаттамаға сәйкес [12], қосылыс үш күйдің біреуінде болуы мүмкін, ол келесідей белгіленеді:

- L (ағылшын: жоғалған) - байланыс жабық немесе жоқ;
- H (ағылшын: естіген) - бір бағытты байланыс;
- SYM (ағылшын: симметриялық) - екі жақты байланыс.
- Сондай-ақ дипломдық жобада жазба ыңғайлылығы үшін енгізіледі:
- SYM = L ∪ H - ассиметриялық байланыс;
- O = SYM ∪ H - ашық ашық.

Көршілес станцияларға қатысуын анықтау үшін әр станция белгілі бір интервал сайын (HELLO_INTERVAL интервалы арқылы) арнайы қызметтік HELLO хабарламасын жіберіп тұрады. Бұл хабарлар 1 қадамда таратылады, яғни олар тасымалданбайды. X станциясынан мұндай хабарды алғаннан кейін, Y станциясы онымен байланыс орнатуы мүмкін.

B станциясынан HELLO хабарламасын алғаннан кейін, A станциясы B станциядан A станциясына бір бағытты қосылысты (L) орнатып, B станциясының мекен-жайын HELLO-хабарламасында көрсетеді.

A станциясынан мұндай HELLO-хабарламасын алғаннан кейін, B станциясы A және B арасындағы байланыс симметриялы (SYM) деп шешеді және HELLO хабарында A станциясының мекен-жайын көрсетеді, сол кезде A станциясы бұл байланысты симметриялы деп есептейді.

Егер A станциясы B станциясынан HELLO хабарламасын NEIGH_HOLD_TIME кезінде қабылдамаса (іс жүзінде бұл $s = \frac{\text{NEIGH_HOLD_TIME}}{\text{HELLO_INTERVAL}}$ HELLO-хабарламасы жоғалады), онда ол B станциясына қосылысты жауып, B станциясының мекен-жайын өзінің HELLO хабарламасында көрсетуді тоқтатады (байланыс күйі - L).

B станциясы A станциясынан, B станциясының мекен-жайы көрсетілмеген HELLO хабарламасын қабылдап, байланыс күйін H күйіне өзгертеді.

NHDP протоколы осы байланысты құрған екі станцияда байланыс күйінің әртүрлі болуына мүмкіндік береді және осы күйді синхрондайтын ешқандай механизмдерді қамтымайды, сондықтан біз осы протоколды байланыс күйлерін синхрондамайтын ББМ класына бағыттаймыз.
Байланыстың күйі HELLO хабарламаларын жеткізу арқылы анықталады, оның кең таратылуы сенімді емес. Станциялар HELLO-хабарламаларын бір-бірінен тәуелсіз жібергендіктен, HELLO-хабарламаларды қатал мерзімділікпен жіберген кезде, станциялардың хабарламалары үнемі соқтығысып қалатын жағдай болуы мүмкін. Тұрақты қақтығыстардың алдын алу үшін, мерзімді түрде жасалатын қызметтік NHDP және OLSR хабарламалары максималды мәні MAX JITTER протокол параметрі арқылы анықталған, джиттер деп аталатын, кездейсоқ кідіріспен жіберіледі. OLSR хаттамасының негізгі көрсеткіштері 2.1 – кестеде көрсетілген.

2.1 – кесте. OLSR хаттамасының негізгі көрсеткіштері

Көрсеткіш	Өлшемі
HELLO_INTERVAL	2 с
TC_INTERVAL	5 с
NEIGHB_HOLD_TIME	6 с
TOP_HOLD_TIME	15 с
MAXJITTER	0,5 с

2.2 OLSR хаттамасының негізінде MANET желісіндегі маршрутизация. Желілік ақпараттың таралуы

HELLO хабарламаларын жіберген кезде, станция көрші станциялардан қосылу туралы ақпарат алады, бірақ олардың сапасы туралы емес. Ақпаратты тарату үшін 1) симметриялы байланыс сапасы туралы (деректерді жіберу үшін тек симметриялық байланысты қолдануға болады) 2) бүкіл желі бойынша (тек көршілер арасында ғана емес) әр станция мезгіл сайын (TC_INTEVVAL кезеңімен) TOPOLOGY_CONTROL (TC) хабарламасын жіберіп тұрады. HELLO-хабарламалардан айырмашылығы, TC-хабарлар қайта таратылады және осылайша бүкіл желіге таратылады.

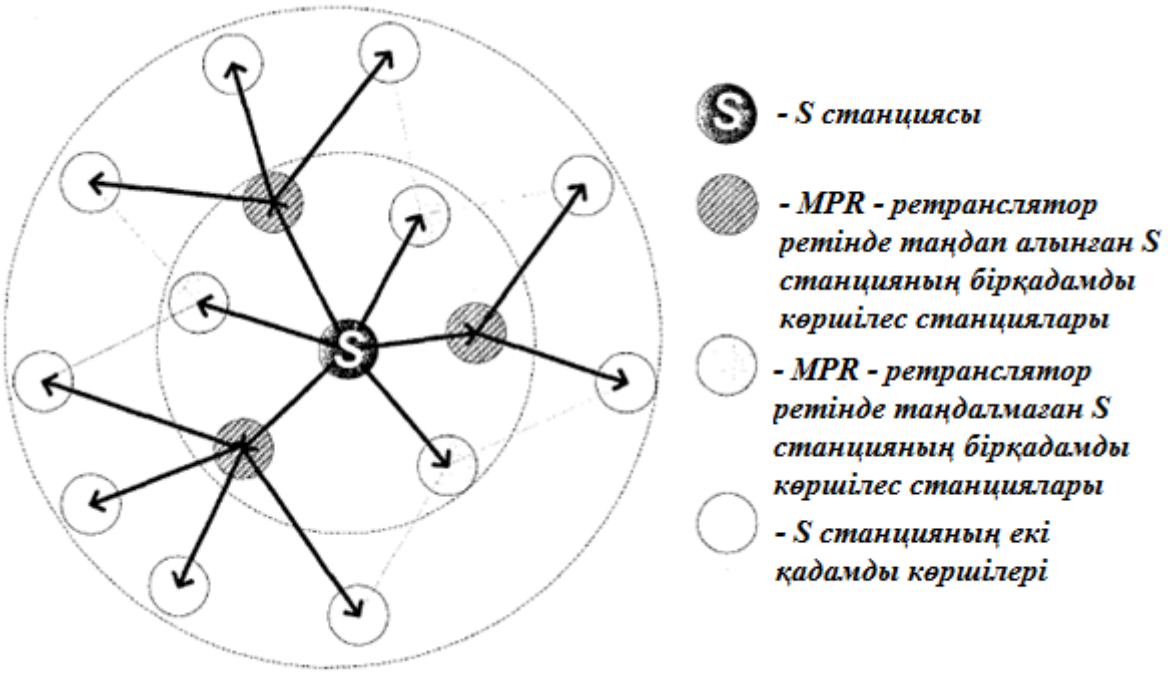
Белгілі бір станция-көзінен келген TC хабарламасынан алынған екі станциялар арасындағы байланыс туралы ақпарат, әрбір жаңа TC хабарламасы келген сайын жаңартылып отырады және жойылады, егер станция-көзі берілген байланыс туралы TC хабарламасын жібермесе, немесе соңғы TC хабарламасы қабылданғаннан кейін TOP_HOLD_INTERVAL интервалы аяқталса.

2.2.1 MPR-ретрансляторы. TC хабарламаларды тарату кезінде олар бірнеше рет қайталанады. OLSR протоколы желідегі таратылым механизмін оңтайландырады [14]. Протоколдың ерекшелігі – кең таралатын дестелердің таратқыштары барлық станциялар емес, тек таңдалған MPR-ретранслятор (ағылшын: MultiPoint Relay – көпнүктелі ретрансляторалар) деп аталатын станциялар.

MPR-ретрансляторын таңдау және пайдалануды нақтылау үшін X станцияның екі қадамдық көршілерін, станциялардың жиынтығы ретінде анықтаймыз, X-станциясынан ең қысқа жол 2 қосылымды қамтиды.

Әр станция MPR-ретрансляторын көршілес станциялар арасында, осы станцияның әрбір екі қадамдық көршісі кем дегенде бір MPR-ретрансляторымен көрші болатындай етіп, таңдайды. 2.1 – суретті қараңыз.

Станция өз таңдауын HELLO-хабарламасында хабарлайды.



2.1 – сурет. MPR ретрансляторларының тағайындалу мысалы

Тарату кезінде MPR-ретрансляторы келесідей қолданылады.

Y станциясы X басқа станциядан (мүмкін үшінші станциямен генерациялаған) хабарлама қабылдап, оны тек екі жағдайда қайталап жібере алады:

- хабарлама бұрын қайта жіберілмеді;
- X станциясы Y станциясын өзінің MPR-ретрансляторы деп тағайындады.

OLSR протоколында MPR механизмі TC хабарламаларын қайта жіберудің санын ғана емес, оның көлемін де азайтады. Бұл келесідей. Әр станция, әдепкі бойынша, MRR ретрансляторы ретінде осы станцияны таңдаған көршілерге қос бағытты қосылымдар туралы ақпаратты TC хабарламасына қосады. Осыған байланысты желіге жіберілетін ақпараттың саны азаяды.

Маршрутты таңдау (іздеу). Желілік топологияның әрбір өзгеруі кезінде станция өзіне белгілі барлық басқа станцияларға дейінгі ең қысқа маршрутты таңдап, және өзінің, әрбір адресат үшін арналған станция(келесі ретранслятор) мекенжайын көрсететін, маршруттау кестесін жаңартады. Дестені адресатқа жіберу кезінде, станция дестенің тақырыбында толық жолды көрсетпейді, тек

келесі ретранслятордың мекен жайын көрсетеді. Ретранслятор дестені қабылдап, келесі ретранслятор мекен жайын анықтап, дестені соған жібереді. Мұндай ретрансляция сатылы деп аталады.

2.3 Wi-Fi Mesh желісінде байланысты басқару механизмі. Көршілес станцияларды анықтау

Wi-Fi Mesh желісінде әр станция белгілі бір мезгіл сайын *beacon* деп аталатын және HELLO- хабарламаларының функциясына ұқсас функцияны атқаратын қызмет көрсету кадрларын таратады. Бикондардың көмегімен станциялар көршілерді анықтайды, сондай-ақ қызметтік ақпаратты, олардың функционалдығы мен желілік параметрлері туралы ақпаратты таратады.

Осылайша, бикондарды табысты қабылдау желінің дұрыс жұмыс істеуі үшін маңызды. MANET желілеріне қарағанда, HELLO-хабарламалар ешқандай жолмен қорғалмаған, WiFi Mesh желілерінде MBCA (Mesh Beacon Collision Avoidance - бикондардың қақтығыстарын болдырмау механизмі) механизмін пайдаланады.

Осы механизмге сәйкес, станцияға өзінің екі қадамды айналасында орналасқан кез-келген станцияның бикон таратуы кезінде кез келген таратуды жүзеге асыруға тыйым салынады. Осы тыйым салуды жүзеге асыру үшін үш жағдай қажет: бикондарды таратудың қатаң мерзімділігі, олардың бірдей ұзындығы және бикондарды екі қадамға жіберу сәттері туралы ақпаратты тарату. Оларды толығырақ қарастырайық.

Егер бикондар периодты қатаң түрде жіберілсе, онда X-станциядан бикондарды алу және бикондардың таратылу периодын біле отырып, Y станция X станция бойынша TBTT (ағыл.: Target Beacon Transmission Time – келесі биконды жіберу уақыты) уақытын анықтайды және егер оның таратылуы TBTT уақытына дейін аяқталмаған болса, дестені таратуды бастамайды.

Биконды таратудың болжамды ұзақтығын біле отырып, сол уақыт кезінде, яғни биконды тарату уақыты бітпегенше, станция таратуды бастамайды.

Соңында, жасырын станциялардан болатын соқтығысуын болдырмау үшін, бикон жіберген X станциясының бір қадамдық көршілері өзінің биконында X станциясының бикон жіберу уақытын көрсету керек. Сонда X станциясының екі қадамдық көршілері X станцияның TBTT уақыты кезінде тарату жүргізбейді. Және X станцияцияның көршілері биконды табысты алады.

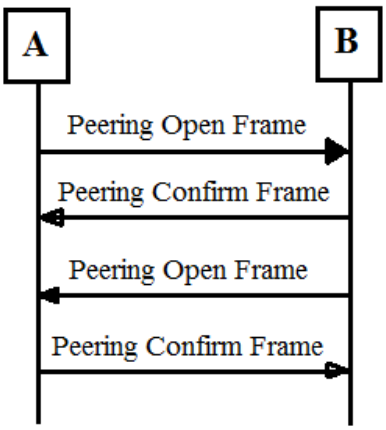
Бикондар қатаң түрде периодты жіберілгенімен түрлі станциялардың TBTT уақыттары бір-біріне қатысты кездейсоқ болып табылады. Егер станция биконының таратылу интервалы басқа станцияның биконының таратылу интервалымен қиылысатынын анықтаса, онда ол оған жіберілу уақыты белгілі бикондармен соқтуғысу болдырмайтын өзгеше TBTT уақытын таңдайды.

Бикондардың бір-біріне қатысты кездейсоқ орналасуы, екі көрші станцияның үнемі бір уақытта бикондарды жіберу жағдайына әкелуі мүмкін.

Егер желіде тек осы екі станция болса, онда олар әдеттегідей соқтығысуды анықтай алмайды.

2.3.1 Көршілес станциялармен қосылуды басқару. Wi-Fi Mesh желілерінде көршілес станциялармен қосылуды басқару үшін, көршілес станциялармен байланысты орнату және тоқтату үшін қызметтік кадрлар алмасуын сипаттайтын желілік протоколы Peering Management Protocol (PMP) [15] жауап береді.

Көршілес B станциямен байланыс орнату үшін A станциясы Peering Open Frame байланыс орнату қызметтік кадр-сұранысын жібереді, сонымен қатар B станциясынан келген кадрға Peering Confirm Frame кадр-растаумен жауап береді (2.2 – сурет). Орнатылған байланысты тоқтату үшін A станциясы B станциясына Peering Close Frame қызметтік кадрын жібереді. Барлық қызметтік кадрларының жеткізілуі АСК кадрымен расталады және АСК растауын қабылдамаған кадрлар қайта жіберіледі. Сондықтан қызметтік кадрлар бірге жуық ықтималдықпен жеткізіледі, және екі станцияда байланыс күйі жоғары ықтималдықпен синхрондалады. Демек NHDP протоколына қарағанда, бұл протокол қосылу жағдайларын синхрондауымен ББМ классына жатады.



2.2 – сурет. Байланыс орнату кезінде
қызметтік кадрлармен алмасу

2.4 Wi-Fi Mesh желілеріндегі маршрутизация. Маршрутизация протоколы

Wi-Fi Mesh желілеріндегі маршруттау протоколы ретінде әдетте HWMP (ағылшын: Hybrid Wireless Mesh Protocol – сымсыз Mesh желісі үшін гибридті протокол) протоколы қолданылады [3]. Ол MANET желілеріндегі қарапайым реактивті маршруттау протоколы AODV реактивті протоколында негізделген. HWMP мен AODV арасындағы айтарлықтай айырмашылық маршруттау метрикасында, сондай-ақ гибридті (бірлесіп қолданылатын реактивті және проактивті) жұмыс режимін пайдалану болып табылады. HWMP хаттамасының жұмысын толығырақ қарастырайық. Реактивті жұмыс режимінен бастайық.

Егер белгілі бір тағайындалған станцияға маршрут табуға тура келсе, бастапқы станция тағайындалған станцияның мекен-жайына PREQ (ағылшын.: Path REQuest) хабарламасында сұрау жібереді. PREQ хабарламасында сұраныстың өткен жолының метрикасының мәнін қамтитын арнайы өріс бар, ол сұраныстың ретрансляциясы кезінде өзгеріп отырады. Осы протоколдың ерекшелігі – тікелей маршруттың метрикасы емес, яғни бастапқы станциядан PREQ қайта жіберетін станцияға дейін, ал керісінше. Нәтижесінде, тағайындалған станция PREQ хабарламасын алған кезде, өзінен бастапқы станцияға дейінгі метриканы қабылдайды.

PREQ-да, сұраныстың реттік нөмірі бар, ол әр сұранысты генерациялау кезінде 1-ге көбейеді және ретрансляция кезінде өзгермейді. Сұраныстың реттік нөмірі, бастапқы және тағайындалған станцияларның мекен-жайларымен бірге сұранысты анықтайды.

PREQ хабарламасын қабылдаған станция, тағайындалған пункт болмаса, келесі шарттардың біреуі орындалатын болса, PREQ хабарламасын қайта жібереді:

- Осындай ID-мен PREQ хабарламасы алғаш рет алынды, немесе
- Жаңа PREQ хабарламасында көрсетілген метрика ескі PREQ хабарламасында көрсетілген метрикаға қарағанда жақсы.

PREQ хабарламасын қайта жіберуден басқа, станция, осы PREQ хабарламасын жіберген станцияның мекен-жайын сақтайды. Егер шарттың ешқайсысы орындалмаса, сұраныс еленбейді және ешқандай әрекет қабылданбайды.

PREQ хабарламасын қабылдаған станция, тағайындалған станция болып шықса, және шарттардың кем дегенде біреуі орындалса, онда PREQ хабарламасын жіберген станцияға сұранысқа жауап ретінде PREP (англ.: Path REPly) хабарламасын жібереді. Бұдан басқа, ол PREQ хабарламасынан алынған қайтару маршрутын өзінің ретрансляция кестесінде сақтайды.

PREP хабарласамы бастапқы станцияға ең жақсы жолмен жеткізіледі: әрбір қайта жіберу станциясы PREP хабарламасын ең үздік метрикасымен PREQ хабарламасын жіберген станцияға жібереді. Сонымен қатар, қайта жіберу станциялары алдыңғы және кері бағыттарға сәйкес маршруттау кестелерінде жазбалар жасайды.

Сұранысқа жауап бастапқы станцияға келгенде, барлық қайталау станцияларында тағайындалған станцияға дейінгі маршрут туралы мәліметтер жазылады, және маршрут салынады.

ББМ екі станция арасындағы байланысты жабуы мүмкін және осы қосылымды қамтитын маршруттар жарамсыз болады. HWMP қате туралы хабарлау механизмін қамтиды. Ол келесідей жұмыс істейді.

Барлық қайта жіберу станциялары маршрутизация кестесінде әрбір жазба үшін бірнеше станцияларды – алдыңғы ретрансляторларын бақылап отырады. Қандай да бір станциямен байланыс тоқтатылған кезде маршрутизация кестесінде келесі ретранслятор ретінде осы станция адресі көрсетілген жазба анықталады. Осы жазбасы бар барлық алдыңғы

ретрансляторларға станция, тағайындалған станция мекен жайы көрсетілген, PERR (англ.: Path ERRor) хабарламасын жібереді. Осындай хабарламаны алғаннан кейін, станция оны өзінің алдыңғы ретрансляторларына жібереді, және маршрутизация кестесінен жазбаны жояды.

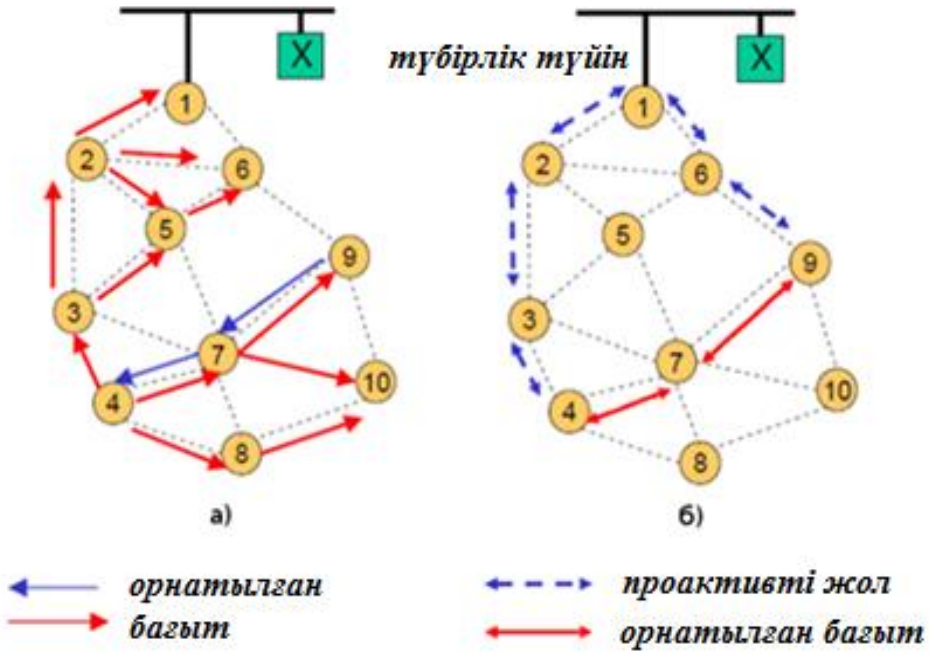
Проактивті режим реактивті режимнен желіде түбірлі станциялардың тағайындалуымен ерекшеленеді(2.3 – суретті қараңыз). Негізінен түбірлі станциялар ретінде интернетке шлюз болып табылатын станцияларды таңдайды.

Түбірлік станциялар периодты түрде PREQ хабарламасы сияқты бірдей таратылатын RANN хабарламасын (ағылшын: Root ANNouncement-түбірлік станция жайла хабарландыру) жібереді және оның көмегімен желідегі барлық станциялар түбірлік станцияға ең қысқа жол туралы ақпарат алады. RANN хабарында RANN хабарламасын алған станция түбірлік станцияға PREQ хабарламасын жібере алатын жағдайға байланысты арнайы жалауша болуы мүмкін. Бұл тарату арқылы түбірлік станция желідегі қалған станцияларға дейінгі ең қысқа жолды біледі.

Сондай-ақ, проактивті режим түбірлік станциялардың PREQ хабарламаларының таратылуымен жүзеге асырылуы мүмкін.

Хаттама бір мезгілде реактивті және проактивті режимдерді пайдалануға мүмкіндік береді.

Егер екі түбірлік емес станциялар арасында деректерді тасымалдау қажет болса, деректер түбірлік станция арқылы беріледі. Бірақ егер деректер көлемі үлкен болса, станциялардың біреуі екіншісіне тікелей бағытты реактивті түрде таба алады.



2.3 – сурет. Реактивті (а) және проактивті (б) режимдерде 4 түйіннен 9 түйінге дейінге маршруттың тұрғызылу мысалы

Ретрансляция. Дестелер маршруттау кестесіндегі жазбаларға сәйкес тасымалданады. Жазбаның идентификаторы тағайындалған станцияның мекен-жайы болып табылады. Идентификатордан басқа, жазбада маршрут бойынша келесі ретранслятор мекенжайы, маршрут метрикасы және жазбаның өмір сүру уақыты көрсетіледі.

3 Есептеу бөлімі

3.1 Сымсыз байланыс желілірінің көрсеткіштерін есептеу

Сымсыз байланысты есептеу бір бірімен сымсыз байланысқан станциялардың арасындағы сапалы байланыс көрсеткіштерін есептеуге әкеледі.

Арақашықтығы 0,2 км
Жиілік диапазоны 2,4-2,483 ГГц
Антенна диаметрі 60 см
Антеннаның күшейткіші 38 дБ
Таратқыш қуаты 21 дБ
Жүйе коэффициенті 110 дБ
Орташа қашықтығы 10 км
Жердің қисықтық радиусы келесі формула бойынша есептеледі:

$$y = \left(\frac{R_0^2}{2a}\right) \cdot k(1-k) \qquad (3.1)$$

мұндағы а – Жердің қисықтық радиусы;

R_0 – арақашықтығы;

$k = {}^{R_i}/_{R_0}$ - нүктенің салыстырмалы координаты, Жердің қисықтық радиусы үшін. k=0,5.

$$y = \left(\frac{R_0^2}{2a}\right) \cdot k(1-k) = \left(\frac{0{,}2^2}{2 \cdot 6370}\right) \cdot 0{,}5 \cdot (1-0{,}5) = 0{,}78 \cdot 10^{-6}\text{, (км)}$$

Арақашықтықтың кез келген нүктесінде Френель аймағының минимал радиусын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot R_0 \cdot \lambda \cdot k \cdot (1-k)} \qquad (3.2)$$

мұндағы λ – толқын ұзындығы,

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2{,}4 \cdot 10^9} = 0{,}125 \text{ (м)}$$

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}125 \cdot 0{,}5 \cdot (1 - 0{,}5)} = 0{,}045 \text{ (м)}$$

Рефракция есебінен болатын саңылау үстелуінің шамасын келесідей анықтаймыз:

$$\Delta H(g + \sigma) = -\frac{R_0^2}{4}(g + \sigma) \cdot k(1 - k) \qquad (3.3)$$

мұндағы g – вертикаль градиеттің орташа шамасы, Алматы қаласы үшін $-11*10^{-8}$ 1/м.

σ – стандартты ауытқу, Алматы қаласы үшін $11*10^{-8}$ 1/м.

$$\Delta H(g + \sigma) = -\frac{200^2}{4}(-11 \cdot 10^{-8} + 11 \cdot 10^{-8}) \cdot 0{,}5(1 - 0{,}5) \approx 0 \text{ (м)}$$

Онда рекфракция есебінсіз саңылау:

$$H(0) = H_0 - \Delta H(g + \sigma) = 0{,}045 - 0 = 0{,}045 \text{ (м)}$$

Тыну резервін есептеу келесі формула арқылы анықтауға болады:

$$F_t = SG + G_{тар} + G_{қаб} - L_0 - 2\eta \qquad (3.4)$$

мұндағы, SG – жүйенің күшейту коэффициенті;

$G_{тар}$,$G_{қаб}$ – таратқыш және қабылдағыш антеннаның күшейтуі;

2η – антенна фидерлі тракттың ПӘК, 3 дБ деп аламыз.

Радиотолқындардың кеңістікте таралу өшулігі:

$$L_0 = 20 \cdot (\lg f + \lg R_0) + 32{,}45 \qquad (3.5)$$

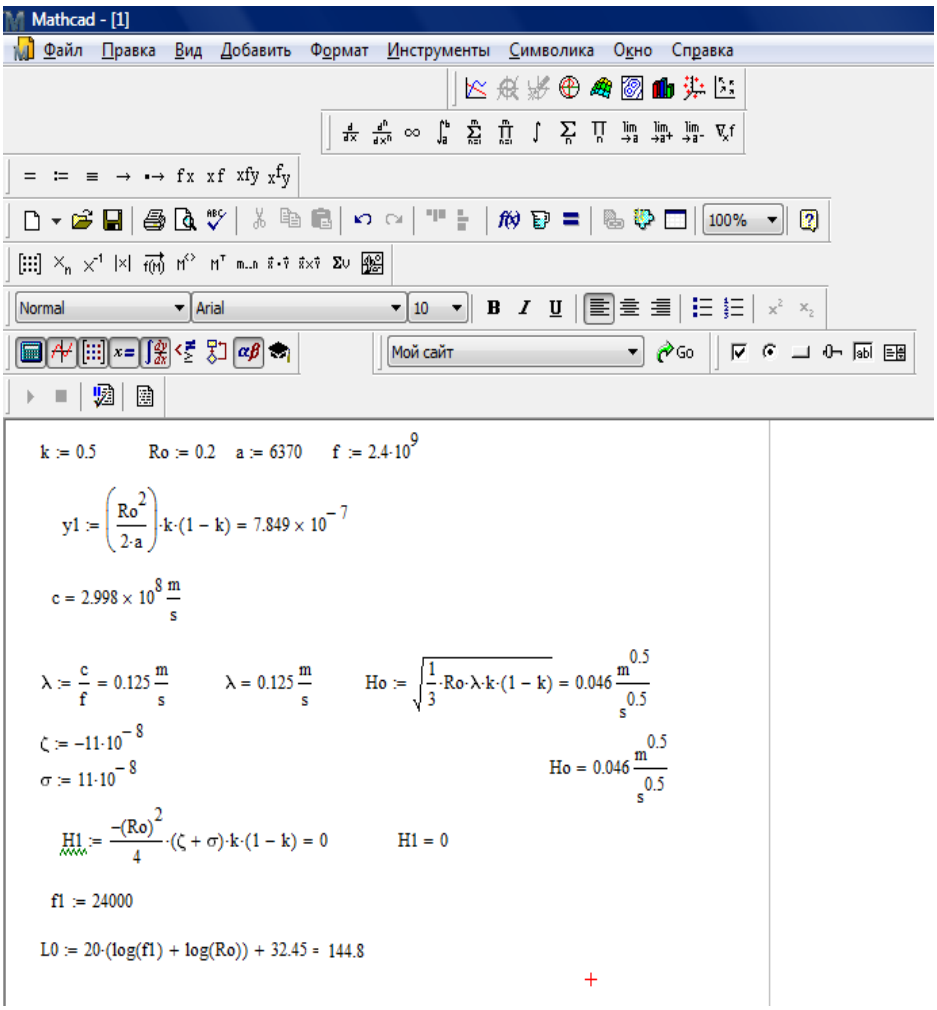
Мұндағы, f – диапазонның орташа жиілігі, МГЦ;

R_0 – арақашықтық ұзындығы, км.

$$L_0 = 20 \cdot (\lg 24000 + \lg 0{,}2) + 32{,}45 = 144{,}8$$

$$F_t = 110 + 38 + 38 - 144{,}8 - 3 = 35 \text{ (дБ)}$$

Mathcad бағдарламасында есептеулер жүргіземіз.



3.1 – Сурет. Mathcad бағдарламасындағы есептеулер

Жаңбырдың салдарынан байланыс уақытының нашарлауын есептеу. Қазақстан Е-аймағына қатысты, сол үшін жауын-шашынның қарқындылығы (уақыттың 0,01% -нан асып кеткен)

$$R_{0,01} = 22\ \frac{\text{мм}}{\text{сағ}}$$

2,4 ГГц жиілікте көлденең және тік поляризация үшін α және к коэффициенттері

$\alpha_H = 1{,}132$, $\alpha_V = 1{,}1028$,
$к_H = 0{,}0597$, $к_V = 0{,}05486$.

Анықтау қашықтығы келесі формула бойынша анықталады:

$$d_0 = 35 \cdot \exp(-0{,}015 \cdot R_{0,01}) = 35 \cdot \exp(-0{,}015 \cdot 22) = 25{,}16\ (\text{км})$$

Төмендету коэффициенті келесі формула бойынша анықталады:

$$r = \frac{1}{1+\frac{R_0}{d_0}} \quad (3.6)$$

$$r = \frac{1}{1+\frac{2,3}{25,16}} = 0,91$$

Көлденең және тік поляризацияға арналған жауын-шашынның меншікті әлсіреуі:

$$\gamma_H = k_H \cdot \alpha_H \cdot R_{0,01} = 0,0597 \cdot 1,132 \cdot 22 = 1,48 \text{ дБ}$$

$$\gamma_V = k_V \cdot \alpha_V \cdot R_{0,01} = 0,05486 \cdot 1,1028 \cdot 22 = 1,33 \text{ дБ}$$

Тиімді ұзындығы формула бойынша анықталады:

$$d_T = r \cdot R_0 \quad (3.7)$$

$$d_T = 0,91 \cdot 2,3 = 2,09 \text{ (км)}$$

Уақыттың 0,01% -нан асып кеткен трассадағы өшулікті бағалау келесі формуламен өрнектеледі:

$$A_{0,01} = \gamma \cdot d_T \quad (3.8)$$

$$A_{0,01} = 1,48 \cdot 2,09 = 3,1 \text{ (дБ)}$$

Т уақытының басқа пайызы үшін асып кету өшуліктің анықталуы келесі теңдеуден анықталуы мүмкін:

$$\frac{A_T}{A_{0,01}} = 0,12 \cdot T^{-(0,546+0,043 \cdot lgT)}$$

$A_T = F_T$ осы формулаға қойып, жаңбыр тудыратын өшуліктің пайда болу уақытын анықтауға болады.

$$T = 10^{11,62 \cdot (-0,546+\sqrt{0,29812+0,172 \cdot lg(0,12 \cdot \frac{A_{0,01}}{F_T}}} \text{ (\%)} \quad (3.9)$$

Сонымен қатар $\frac{A_{0,01}}{F_T} < 0,154023$ болса, онда $\frac{A_{0,01}}{F_T} = 0,155$ деп қабылдаймыз.

$$\frac{A_{0,01}}{F_T} = \frac{3,1}{35} = 0,088 < 0,154023 \Rightarrow = 0,155$$

$$\text{T} = 10^{11,62\cdot(-0,546+\sqrt{0,29812+0,172\cdot lg(0,12\cdot 0,155}} = 8\cdot 10^{-7}\%$$

Радиотолқындарының суб-рефракциясы нәтижесінде туындаған байланыстың нашарлау уақытын есептеу.

Араластардың ұзындығы өте кішкентай және кедергілердің өлшемдері маңызды емес, ал антенналар үлкен салыстырмалы саңылаумен тұрақты көру аймағында орналасқандықтан, радиотолқындардың суб-рефракциясынан туындаған байланыстың нашарлау уақыты есептелмейді.Салыстырмалы түрде оны 10^{-5} тең деп аламыз.

Қолжетімсіздік стандарттарын тексеру:

Қолжетімсіздік мөлшерлемесі формула бойынша есептеледі:

$$UR_{\text{қос}} = 0,3\cdot\frac{L}{2500}$$

$$UR_{\text{қос}} = 0,3\cdot\frac{2,3}{2500} = 0,000276\%$$

Жаңбырдың және радиотолқындардың суб-рефракциясынан туындаған байланыстың нашарлау уақыты:

$$\text{T}\ \% = 8*10^{-7} + 10^{-5} = 10^{-5}\ \%.$$

Нормалармен алынған мәндерді салыстыру кезінде, бұл мәндер нормалардан аз, яғни, нормалар орындалды.

Көпсәулеленумен таралу салдарынан байланыстың нашарлау уақытын есептеу. Көпсәулеленумен таралу салдарынан байланыстың нашарлау жалпы ұзақтығы жазық және селективті тынулардың қосындысына тең:

$$P = P_{\text{жаз}} + \text{P}_{\text{сел}} \qquad (3.10)$$

Жазық тынулардың салдарынан болатын, ұзақ мерзімді байланыстың нашарлауы формула арқылы анықталады:

$$P_{\text{жаз}} = K\cdot Q\cdot f^B\cdot d^C\cdot\left(\frac{W}{W_B}\right) = K\cdot Q\cdot f^B\cdot d^C\cdot 10^{-\frac{A}{10}},\% \qquad (3.11)$$

мұндағы А – тынудың тереңдігі, дБ, F_T шамасына сәйкес келеді;

W_0 – тыну болмаған жағдайда қабылданатын сигнал қуаты;
d – трасса ұзындығы, км;
f - жиілігі, ГГц;
B және C - аймақтық әсерлерді ескеретін коэффициенттер;
K - аймақтың рельефі және климаттың әсерін ескеретін коэффициент;
Q – d және f параметрлерінен өзге параметрлерді ескеретін коэффициент.

Ең төменгі антенна мен қабылдағыш антеннасының орнатылу биіктігі теңіз деңгейінен кемінде 700 метр жоғары жердегі радиоарна байланысы үшін K коэффициенті келесі формула бойынша есептеледі,

$$K = P_L^{1,5} \cdot 10^{-(6,5-C_{lat}+C_{lon})} \quad (3.12)$$

мұндағы P_L=5% тік градиентті рефракция уақытының пайызы. C_{lat}=0, C_{lon}=0 берілген аймақ коэффициенттері.

Q коэффициентін келесі формула арқылы анықтаймыз:

$$Q = (1 + |\varepsilon_P|)^{-1,4} \quad (3.13)$$

мұндағы $|\varepsilon_P|$ радиосәуленің көлбеу бұрышы (мрад)

$$|\varepsilon_P| = \frac{|h_1+h_2|}{d} \quad (3.14)$$

мұндағы h_1 және h_2 теңіз деңгейінен антеннаның орнатылуы, м;
d – трасса ұзындығы, км.

Жазық тынулардың салдарынан болатын, байланыстың нашарлау ұзақтығын есептейміз:

$$K = 0,05^{1,5} \cdot 10^{-6,5} = 3,5 \cdot 10^{-9}$$

$$|\varepsilon_P| = \frac{|900 - 872|}{2,3} = 12 \text{ (мрад)}$$

$$Q = (1 + |12|)^{-1,4} = 0,027$$

$$B = 0,89 \quad C = 3,6$$

$$P_{жаз} = 3,5 \cdot 10^{-9} \cdot 0,027 \cdot 18^{0,89} \cdot 2,3^{3,6} \cdot 10^{-\frac{35}{10}} = 7,8 \cdot 10^{-12}, \%$$

Байланыстың нашарлау уақытының рұқсат етілген нормасын анықтаймыз:

$$SES = 0{,}054 \cdot \frac{L}{2500} = 0{,}054 \cdot \frac{2{,}3}{2500} = 49 \cdot 10^{-6}\%$$

Алынған нәтижелерді нормамен салыстырғанда, нормаға сәйкес екені көрінеді.

3.2 Байланысты басқару механизмдерін зерттеу

Байланысты басқару механизмдері (ББМ), станциялардың жылжып отыруы нәтижесінде, арна сапасы уақыт бойынша өзгеріп отыратын желілерде жұмыс жасау үшін негізделген. А және В станциялары арасында Бернулли арнасы, және уақыт бойынша өзгеріп отыратын табысты тарату мүмкіндігі p ықтималдығы бар болсын.

IEEE 802.11 стандарты бойынша дестелерді тарату мүмкіндіктерінің санының шектелуі, қажетті сапалы қызмет көрсетуі бар дестені төменгі p мәні бар байланыс арнасы бойынша жіберуге мүмкіндік бермейді. Бұған қоса, дестелерді тарату үшін табысты тарату ықтималдығы төмен байланыстарды қолдану, арна ресурстарының шығындалуына әкеледі. Қарастырылып отырған MANET және Wi-Fi Mesh желілерінде мәліметтерді тарату үшін тек симметриялық байланыс қолданғандықтан, байланысты басқару механизмдері симметриялы деп, бастапқы берілген p_o шамасынан жоғары дестенің табысты тарату p ықтималдығын қамтамасыз ететін байланысты қолдау керек.

P-ның ағымдағы мәні туралы және, тиісінше, байланыс күйі туралы шешім кейбір статистикалық ақпарат негізінде жасалады.

Дипломдық жобада соңғы қабылданған r немесе жоғалған s қызметтік хабарламалары: бикон және HELLO-хабарламалары, арқылы байланыс күйі туралы шешім қабылдайтын, MANET және Wi-Fi Mesh желілерінде қолданылатын байланысты басқару механизмдері қарастырылады. Арна күйін анықтау кезінде қателіктер болуы ықтимал.

Дегенмен, желінің сыйымдылығына қателер пайда болу ықтималдығы емес, байланыс күйінің p шектелуіне сәйкес келмейтін уақыт бөлігі әсер етеді, сондай-ақ байланыс күйінің өзгеру жиілігі - байланыстың ауытқуы болып табылады.

Байланыстың күйі туралы ақпарат MANET және Wi-Fi Mesh желілерінде маршруттау хаттамасымен сенімсіз таратылады, сондықтан байланыстың жанында орналасқан станциялар, осы байланыс туралы әртүрлі ақпарат алуы мүмкін, бұл байланыс күйінің жиі өзгеріп отыруы, бағдарлар мен басқа да маршрутизация қателерінің циклына әкеледі және деректерді қажетті қызмет көрсету сапасымен таратуға мүмкіндік бермейді.

Байланыс күйі туралы шешім қабылданатын статистикалық деректер көлемінің ұлғаюы байланыс күйіне қатысты шешімдерді қабылдау уақытын

арттырады, бұл мобильді сценарийде желінің логикалық жүйесіз болуына әкелуі мүмкін.

Жоғарыда айтылғандарға сүйенсек, ББМ-нің тиімділік көрсеткіштері: p_0, байланыстың ауытқуы және шешім қабылдау жылдамдығы бойынша анықталған шектеулері бар, ББС-нің көрсеткіштерінің рұқсат етілген мәндері облысын анықтауға қызығушылық туады. Математикалық жағынан, бұл шектеулер 3.3-бөлімде келтірілген.

3.3 Байланысты басқару механизмінің тиімділік көрсеткіштері

Желінің тиімді жұмыс істеуі үшін ББМ симметриялы күйде тек деректерді табысты жіберудің жоғары p ықтималдығын қамтамасыз ететін байланыстарды ғана орнатуы керек. $<T_{SYM}>$ - байланыс күйі симметриялы болған соң өзгермеген, байланыс күйінің уақыт интервалының орташа ұзақтығы, ал $<T_{\overline{SYM}}>$ - байланыс күйі симметриялы емес, яғни, жабық, бір бағытты байланыс немесе осы екі жағдайды ауыстырып отыратын уақыт интервалының орташа ұзақтығы болсын. Кездейсоқ уақыт интервалында байланыс күйінің симметриялы болу π ықтималдығы төмендегідей анықталады:

$$\pi = \frac{<T_{SYM}>}{<T_{SYM}> + <T_{\overline{SYM}}>} \tag{3.15}$$

$< T_{SYM} >$, $< T_{\overline{SYM}} >$ және сәйкесінше π p шамасынан тәуелді болғандықтан, оларды $< T_{SYM} > \equiv < T_{SYM} > (p)$, $< T_{\overline{SYM}} > \equiv < T_{\overline{SYM}} > (p)$ және $\pi \equiv \pi(p)$ деп жазуға тура келеді.

ББМ-нің кез келгені жоғарыда жазылған талаптарды қанағаттандыру қажет [15].

1 p>p0 болатын байланыстар негізінен симметриялы, ал p<p0 болатын байланыстар асимметриялы болуы керек. ББМ-не бұл талапты математикалық түрде төмендегідей келтіруге болады:

$$\pi > \frac{1}{2} \leftrightarrow p > p_0 \tag{3.16}$$

яғни, $\pi > \frac{1}{2}$ кезінде байланыс үлкен ықтималдықпен симметриялы, ал $\pi < \frac{1}{2}$ кезінде байланыс үлкен ықтималдықпен асимметриялыболып келеді.

3.2 бөлімде құрастырылған аналитикалық модельді қолдану арқылы π (p) үздіксіз өспелі монотонды функция болып табылатыны анықталды. Сондықтан, формуласы төмендегі көрсетілген формулаға баламалы болып келеді:

$$\pi(p_0) = \frac{1}{2} \tag{3.17}$$

2 Симметриялық байланыстар тұрақты болуы керек: тұрақты p үшін байланыс күйі жиі өзгермеуі керек. Тек осы жағдайда, желі арқылы таратылатын, осы байланыс туралы ақпарат шын мәнінде және бұл байланыс дестелерді маршруттауға сәтті қолданылуы мүмкін. Осы жұмыста байланыс күйінің ауытқуын сипаттау үшін келесідей шама енгізіледі:

$$g = \frac{1}{<T_{SYM}>+<T_{\overline{SYM}}>} \tag{3.18}$$

Демек, g неғұрлым кіші боолған сайын, байланыс соғұрлым тұрақты болып келеді. Сонымен қатар, $\frac{1}{2g} = \frac{<T_{SYM}>+<T_{\overline{SYM}}>}{2}$ шамасы байланыс күйінің симметриялы жағдайынан асимметриялы жағдайына және керісінше ауысып отыратын екі жағдайдың арасындағы орташа уақыт аралығын көрсетеді. T_{update} – берілген байланыс туралы ақпаратты тарату периоды болсын. Сонда, желі бойынша таратылатын берілген байланыс туралы ақпарат дұрыс болуы және маршрутизация хаттамаларымен қолданылуы үшін келесі шарттың орындалу қажет:

$$\forall p < 1 \Rightarrow \frac{1}{2g} \gg T_{update} \tag{3.19}$$

3 ББМ байланыс күйін симметриялы күйге ауыстыру туралы шешім қабылдау үшін біраз уақыт керек. Осы жұмыста қарастылырған үшінші тиімділік көрсеткіші ретінде, байланыс күйінің симметриялы күйіне ауысқан кездегі кідіріс уақыты $< T_{delay} >$ қарастырылады.

Ұялы желіде кідіріс $< T_{delay} >$ - бұл p шамасы p_0 шамасына жеткен уақыттан, байланыс симметриялы болған уақытқа дейінгі уақыт аралығы. Бұл кідірістің себебі – қабылданған бикондар туралы статистиканы жинау қажеттілігі. Әлбетте, байланыс күйінің өзгеруі туралы шешім, байланыс күйі нашарлағанға дейін және p шамасы p_0 шамасынан төмен болғанға дейін, қабылдануы керек. $< T_{link} >$ - $p \geq p_0$ кезіндегі уақыт аралығы болсын. Онда келесі шарт орындалу керек:

$$< T_{delay} > \lll < T_{link} > \tag{3.20}$$

Егер станциялардың жылжу жылдамдығы тым жоғары емес болса және p шамасы уақыт өте аз өзгерсе, онда

$$< T_{delay} > \sim < T_{\overline{SYM}}(p_0) >$$

Егер станциялардың жылжу жылдамдығы жоғары, p шамасы уақыт өте өзгерсе, онда

$$< T_{delay} > \sim r$$

Жалпы айтқанда, осы шарттар байланыс күйінің жабылуы кезіндегі кідіріске де қатысты. Дегенмен, байланыс белсенді болған жағдайда, яғни, деректер жіберіліп жатқанда, егер бірнеше дестелер сәтсіз жіберілген болса, байланыс жабылуы мүмкін. Осылайша, белсенді байланыстарды жабудағы кідіріс жеткілікті аз болады, бұл желі жұмысына әсер етпейді. Белсенді емес қосылымды жабу кезінде кідіріс желі жұмысына әсер етпейді, сондықтан оны ескермеуге болады. Осы бөлімде енгізілген тиімділік көрсеткіштерінің мәндері келесі бөлімде жасалған аналитикалық модель арқылы анықталған.

3.4 Байланыс күйінің синхронизациясыз ББМ-нің моделі

2.1 бөлімде сипатталғандай, әр станция басқа станциялармен байланыс күйін, осы станциялардың HELLO-хабарламаларын периодты түрде тарату негізінде анықтайды. NHDP аналитикалық моделін әзірлеу кезінде әр станция HELLO-хабарламаларын міндетті түрде периодты, интервал ұзақтығы бірге жуық болатын, бірдей уақыт интервалымен жібереді деп есептейміз.

Сондай-ақ, HELLO хабарларының сәтті жіберілуі p ықтималдықпен туындайтын өзара тәуелсіз оқиғалар деп санаймыз. NHDP байланыс күйін синхрондамағандықтан, бұл жағдай A және B станцияларының тұрғысынан әртүрлі болуы мүмкін. жалпыға бірдей жоғалтпай, 3.1 бөлімде енгізілген тиімділік көрсеткіштерін A станциясында ғана анықтаймыз. Сонымен қатар, байланыс күйін қысқаша, кейбір станция тұрғысынан, станция жағдайы деп атаймыз.

Станция жағдайының өзгеріп отыруын, жеңілдетілген түрде диаграмма түрінде және жағдайлардың өзара ауысу ережелері негізінде келтіруге болады (3.1 – сурет)

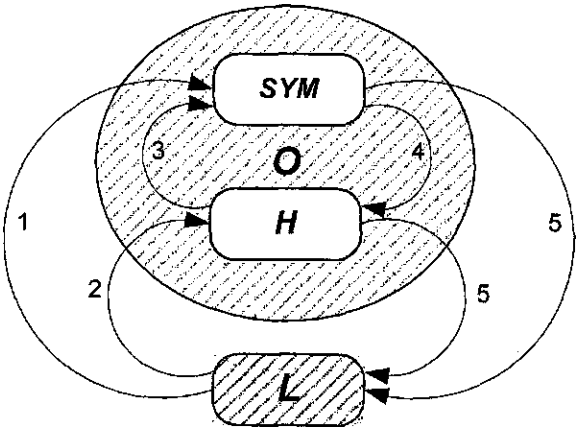
1. Егер A станциясы L жағдайында болып, B стациясынан қатар r HELLO-хабарламаларын қабылдап, және соңғы қабылдаған хабарламада A станциясының адресі көрсетілген болса, онда ол SYM жағдайына ауысады.
2. Егер A станциясы L жағдайында болып, B стациясынан қатар r HELLO-хабарламаларын қабылдап, және соңғы қабылдаған хабарламада A станциясының адресі көрсетілмеген болса, онда ол H жағдайына ауысады.
3. Егер A станциясы H жағдайында болып, B стациясынан A станцияның адресі көрсетілген HELLO-хабарламасын қабылдаса, онда ол SYM жағдайына ауысады.
4. Егер A станциясы SYM жағдайында болып, B стациясынан A станцияның адресі көрсетілмеген HELLO-хабарламасын қабылдаса, онда ол H жағдайына ауысады.
5. Егер A станциясы H немесе SYM жағдайында болып, B стациясынан қатар s HELLO-хабарламаларын қабылдамаса, онда ол L жағдайына ауысады.

NHDP хаттамасында r=1, ал s=3. Біз хаттама параметрлерінің ең жақсы мәндерін таңдауға мүмкіндік беретін жалпы жағдайды қарастырамыз.

Модельдің сипатын келесідей тұрғызамыз [17]. Алдымен, А станциясы кез келген уақыт аралығында SYM жағдайда болатын π ықтималдығын анықтаймыз. Содан кейін, осы станция SYM жағдайында болатын $< T_{SYM} >$ уақыт аралығының орташа ұзақтығын анықтаймыз. Белгілі π және $< T_{SYM} >$ шамаларында g шамасын келесі формуламен анықтаймыз:

$$g = \frac{\pi}{<T_{SYM}>} \tag{3.21}$$

3.3.1 SYM жағдайында болу ықтималдығын анықтау. Әр станцияның H және SYM жағдайларын O жағдайына біріктіреміз. Біріншіден, А станциясының O жағдайында болу P_O ықтималдығын, кейін А станциясының SYM жағдайында болу π ықтималдығын анықтаймыз.



3.1 – сурет. NHDP хаттамасының жағдайлар диаграммасы

P_O шамасын анықтаған кезде, екі станция бір бірінен тәуелсіз L және O жағдайларының арасында ауысып отыратынына назар аударайық, өйткені бұл ауысулар HELLO-хабарламаларының мазмұнына емес, яғни, станция L-дан O жағдайына r HELLO-хабарламаларының қатар келіп түсуі кезінде ауысуы; станция кері ауысуды s HELLO-хабарламаларының қатар жоғалуы кезінде, а тек түсуіне немесе жоғалуына байланысты.

Әрбір станцияның (А және В) күйінің эволюциясын дискретті уақыт процессімен көрсетуге ыңғайлы. O және L жағдайларының арасындағы ауысу $J_{OL}(t)$ процессі On-Off процессі болып табылады. Бұл процесс үшін келесі қатынастық келеді:

$$P_0 = \frac{<T_0>}{<T_0>+<T_L>} \tag{3.22}$$

Сондықтан, P_O шамасын, $< T_0 >$ және $< T_L >$ орташа ұзақтықтарын біліп анықтауға болады. Алдымен $< T_0 >$ табамыз.

1. O жағдайының $< T_0 >$ ұзақтығы келесідей анықталады:

$$< T_0 >= \frac{1-(1-p)^s}{p(1-p)^s} \quad (3.23)$$

Дәлелдеу. А станциясы В станциясынан бастапқы t_0=0 уақыт мезетінде HELLO-хабарламасын алып, О жағдайына ауыссын. Станция күйінің өзгеруін, L жұтылатын жағдай және $O^{(j)}$ жұтылмайтын жағдайлары бар, $J_O(t)$ марковтық процесс түрінде көрсетуге болады, мұндағы, j индексі оң бүтін шамаларды (0,..,s-1) қабылдайды және қанша HELLO-хабарламалар қатар жоғалғанын көрсетеді. Бұл процестің орташа ұзақтығы $< T_0 >$-ге тең.

$J_O(t)$ процессінің циклы деп, $O^{(0)}$ жағдайынан басталып не жұтылатын жағдайға, не $O^{(0)}$ жағдайына алғаш келіп аяқталған субпроцессі атаймыз. Егер цикл $O^{(0)}$ жайдайымен аяқталса, онда ол сәтті деп есептейміз. Кері жағдайда, яғни жұтылатын жағдаймен аяқталған цикл, сәтсіз болады.

HELLO-хабарламалары цикл ішінде қабылданбағандықтан, сәтті цикл ұзақтығы 1-ден s-ке дейінгі ұзақтық, ал сәтсіз циклдің ұзақтығы әрдайым s-ке тең. Цикл сәтсіз болуы үшін, s HELLO-хабарламалары жоғалуы керек. Бұл $(1-p)^s$ ықтималдықпен орындалады. $1-(1-p)^s$ ықтималдықпен цикл сәтті болып табылады. Цикл ұзақтығы $k, k = \overline{1, s}$, егер ол сәтті, және ықтималдығы:

$$p_k = \frac{(1-p)^{k-1}p}{1-(1-p)^s}$$

$J_O(t)$ процессінің орташа ұзақтығын анықтау үшін функцияларды генерациялайтын аппаратты қолданамыз. Біріншіден, сәтті және сәтсіз циклдердің ұзақтығына сай келетін генерациялау функцияларын, сондай-ақ циклдердің санын жазамыз. Содан кейін біз процестің ұзақтығына генерациялау функциясын жазамыз және $< T_0 >$ мәнін табамыз.

Сәтті циклдың ұзақтығын бөлу үшін f (z) генерациялау функциясы:

$$f(z) = \sum_{k=1}^{s} p_k z^k = \sum_{k=1}^{s} \frac{(1-p)^{k-1}p}{1-(1-p)^s} z^k = \frac{pz(1-z^s(1-p)^s)}{(1-(1-p)^s)(1-z(1-p))}$$

Сәтсіз цикл ұзақтығы g(z) генерациялау функциясы:

$$g(z) = z^s$$

Процесс m сәтті циклдар мен бір сәтсіз циклдан тұрады. Кез келген циклдің сәтсіз болу ықтималдығы $\pi = (1-p)^s$ тең болса, онда сәтті циклдардың m саны $\pi(1-\pi)^m$ ықтималдығымен, яғни сәтті циклдар санының π табысты ықтималдықпен геометриялық бөлінуі бар және генерацияланған функция:

$$F(z) = \frac{\pi}{1-(1-\pi)^z} = \frac{(1-p)^s}{1-(1-(1-p)^s)z}$$

Барлық сәтті циклдердің жалпы ұзақтығын генерациялау функциясы F(f(z))-ке тең болады, өйткені сәтті циклдердің саны m бұл кездейсоқ айнымалы болып табылады, бұл циклдердің ұзақтығы бойынша тәуелсіз болып келеді. Демек, бүкіл процестің ұзақтығын генерациялау функциясы келесі өрнекпен анықталады:

$$\Omega_0(z) = F\big(f(z)\big) * g(z) = \frac{(1-p)^s(1-z(1-p))z^s}{1-z+z^{s+1}p(1-p)^s}$$

$J_O(t)$ процессінің $< T_0 >$ ұзақтығының математикалық күтімі оның генерациялайтын функциясының туындысына тең болғандықтан, $\Omega_0(z)$ дифференциалдасақ 3.23 формуласын аламыз.

Жоғарыда келтірілген дәлелдеудегі O-ны L-ға, p-ны 1-p-ға және s-ті r-ға ауыстырып келесіні аламыз.

2. L жағдайының $< \mathbf{T_L} >$ ұзақтығы келесі өрнекпен анықталады:

$$< T_L >= \frac{1-p^r}{(1-p)p^r} \qquad (3.24)$$

$< \mathbf{T_0} >$ және $< \mathbf{T_L} >$ шамаларын біліп, P_O-ны (3.22) формуласымен анықтаймыз, кейін π-ді келесі өрнек арқылы анықтаймыз.

3. Станция SYM жағдайында болу π ықтиамалдығы төмендегі формуламен анықталады:

$$\pi = P_0^2 \qquad (3.25)$$

Дәлелдеу. A станциясы SYM жағдайында төмендегі екі шарт орындалғанда ғана болады:

1. A станция O жағдайында болғанда;

2. A станциясы B станциясынан соңғы HELLO-хабарламасын табысты алған сәтте, B станциясы O жағдайында болуы.

Осы шарттардың әрқайсысының орындалу ықтималдығы P_O тең. 1 және 2 шарттың орындалу тәуелсіздігінен (3.11) формуласы әділетті екені көрінеді.

3.3.2 SYM жағдайының орташа ұзақтығын анықтау. A және B станция жағдайларының өзгерісін сәйкесінше $J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ тәуелсіз On-Off процесстерін қарастырамыз, сонымен қатар SYM^* және $\overline{SYM^*}$ жағдайлары арасындағы ауысулар $J_{SYM*}(t)$ процессін тұрғызамыз. $J_{SYM*}(t)$ процессі SYM^*

жағдайында тек $J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ екі процессі O жағдайында болған кезде болады, қалған жағдайда ол $\overline{SYM^*}$ жағдайында болады.

$J_{SYM*}(t)$ процессі, A станциясының SYM және $\overline{SYM}$жағдайлары арасында ауысатын $J_{SYM}(t)$ процессіне ұқсас болып келеді. Айырмашылық тек келесі жағдайларда болады. B станциясының O жағдайына ауысуын A станциясы B станциясынан келген HELLO-хабарламасын қабылдаған кезде ғана біледі. Басқаша айтқанда, A станциясы SYM жағдайына белгілі бір кідіріспен ауысады. Осындай кідіріспен A тсанциясының SYM жағдайынан шығуы да болады, егер оның шығуы B станциясының O жағдайынан шығуымен байланысты болса. Бұл кідірістер шамалы дәрежеде бір бірін теңгереді, және SYM жағдайының $< T_{SYM} >$ орташа ұзақтығын $J_{SYM*}(t)$ процессінің SYM^* жағдайының $< T_{SYM*} >$ орташа ұзақтығы бойынша жоғары дәлдікпен бағалауға болады.

4. $J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ бірдей үлестірім функциясы $F_O(t) = Pr\{T_O \leq t\}$ бар екі тәуелсіз On-Off процесс және O жағдайыныңп $< T_O >$ ұзақтығының математикалық күтімі бар болсын. $J_{SYM*}(t)$ – жоғарыда сипатталған әдіспен құрылған процесс. Онда SYM^* жағдайының $< T_{SYM*} >$ ұзақтығының математикалық күтімі келесі өрнекпен анықталады.

$$< T_{SYM*} >= \frac{< T_0 >}{2}$$

Дәлелдеу. $J_O^{(B)}(t)$ процессі O жағдайында болу $< T_O >$ интервал ұзақтығының f_t дискретті үлестіріміне F(t) үлестірім функциясы сәйкес болсын.

t_0 мезетінде $J_{SYM*}(t)$ процессі SYM^* жағдайына ауыссын. Жалпы алғанда, бұл мезетте $J_O^{(A)}(t)$ процессі O жағдайына ауысты, ал $J_O^{(B)}(t)$ процессі O жағдайында болды деп алайық. $J_O^{(B)}(t)$ процессі O жағдайында болу кезіндегі уақыт интервалын қарастырайық. Осы интервал ұзақтығы τ және t_0 осы интервалға қатысты болуының шартты ықтималдығы $\frac{\tau t_\tau}{<T_O>}$ тең.

$J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ тәуелсіз процесстер болғандықтан, t_0 осы интервалдың кез келген нүктесі болуына теңықтимал, сондықтан интервалдың қалған бөлігі t ұзақтығы болу ықтималдығының тығыздығы:

$$g(t) = \sum_{\tau \leq t} \frac{\tau f_\tau}{< T_0 >} \cdot \frac{1}{\tau} = \frac{(1 - F(t))}{< T_0 >}$$

g(t) үлестірім тығыздығына үлестірім фукнциясы сәйкес келеді:

$$G(t) = \frac{1}{< T_0 >} \int_0^t \big(1 - F(x)\big) dx$$

$J_{SYM*}(t)$ процессінің SYM^* жағдайынан шығуы $J_O^{(A)}(t)$ және $J_O^{(B)}(t)$ процесстерінің кем дегенде біреуінің O жағдайынан шығу кезінде жүзеге асырылады. Осыдан SYM^* жағдайының ұзақтығы x-тан үлкен болу ықтималдығы $\left(1-F(x)\right)\cdot(1-G(x))$ тең, демек оң кездейсоқ шамалар қасиетінен:

$$< T_{SYM*} >= \int_0^{\infty}\left(1-F(x)\right)(1-G(x))dx$$

$\frac{d}{dx}\left(1-G(x)\right) = -\frac{1-F(x)}{T_0}$ болғандықтан

$$< T_{SYM*} >= -< T_0 > \int_0^1 (1-G)d(1-G) = -\frac{< T_0 >}{2}(1-G)^2|_0^1 = \frac{< T_0 >}{2}$$

Осылайша,

$$< T_{SYM*} >= \frac{<T_0>}{2} = \frac{1-(1-p)^s}{2p(1-p)^s} \qquad (3.26)$$

Жоғарыда келтірілген аналитикалық модельді мысал ретінде келтірейік.

SYM жағдайында болу ықтималдығын анықтау үшін, біріншіден, A станциясының O жағдайында болу P_O ықтималдығын, кейін A станциясының SYM жағдайында болу π ықтималдығын анықталады.

P_O шамасын анықтаған кезде, екі станция бір бірінен тәуелсіз L және O жағдайларының арасында ауысып отыратынына назар аударайық, өйткені бұл ауысулар HELLO-хабарламаларының мазмұнына емес, тек олардың түсуіне немесе жоғалуына байланысты. Яғни, станция L-дан O жағдайына r HELLO-хабарламаларының қатар келіп түсуі кезінде ауысуы және станция кері ауысуды s HELLO-хабарламаларының қатар жоғалуы кезінде.

$$P_0 = \frac{< T_0 >}{< T_0 > +< T_L >}$$

Сондықтан, P_O шамасын, $< T_0 >$ және $< T_L >$ орташа ұзақтықтарын біліп анықтауға болады. Алдымен $< T_0 >$ табамыз.

станция L-дан O жағдайына ауысқан кезде r=1 HELLO-хабарламалар қатар келіп түсіп, s=2 HELLO-хабарламалары қатар жоғалды деп қарастырайық

O жағдайының $< T_0 >$ ұзақтығы келесідей анықталады:

$$< T_0 >= \frac{1-(1-p)^s}{p(1-p)^s} = \frac{1-(1-0{,}4)^2}{0{,}4(1-0{,}4)^2} = \frac{0{,}64}{0{,}144} = 4{,}44$$

L жағдайының $< \mathbf{T_L} >$ ұзақтығы келесі өрнекпен анықталады:

$$< \mathrm{T_L} >= \frac{1-\mathrm{p^r}}{(1-\mathrm{p})\mathrm{p^r}} = \frac{1-0{,}4^1}{(1-0{,}4)0{,}4^1} = \frac{0{,}6}{0{,}24} = 2{,}5$$

$< \mathbf{T_0} >$ және $< \mathbf{T_L} >$ шамаларын біліп, P_O-ны (3.22) формуласымен анықтаймыз, кейін π-ді келесі өрнек арқылы анықтаймыз.

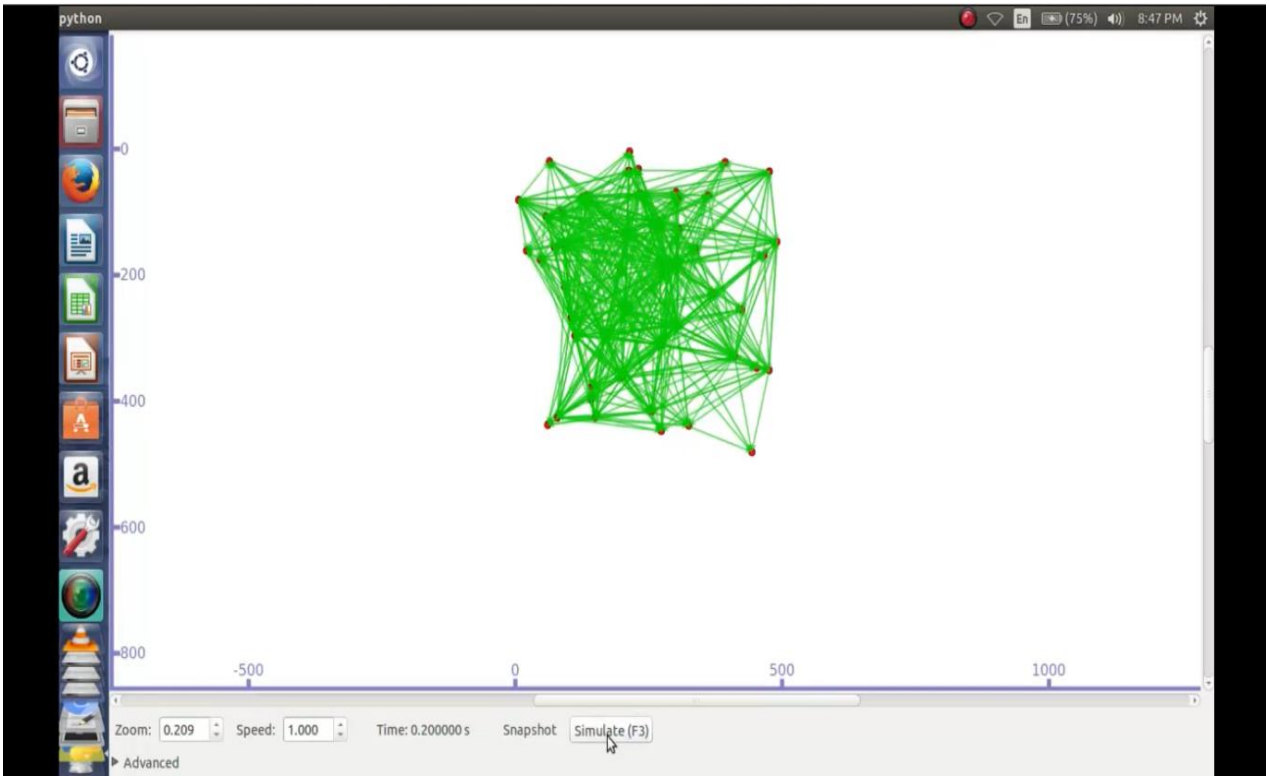
$$\mathrm{P_0} = \frac{< \mathrm{T_0} >}{< \mathrm{T_0} > + < \mathrm{T_L} >} = \frac{4{,}44}{4{,}44+2{,}5} = 0{,}639$$

Станция SYM жағдайында болу π ықтиамалдығы төмендегі формуламен анықталады:

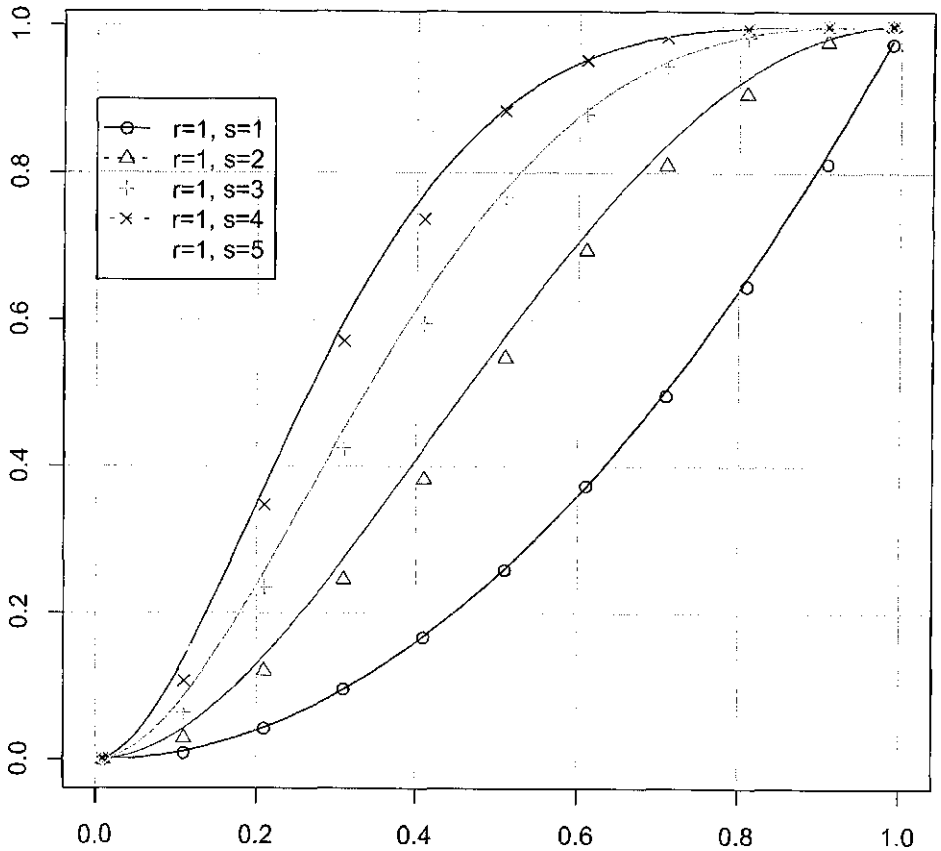
$$\pi = \mathrm{P_0^2} = 0{,}639^2 = 0{,}408$$

3.5 Модельдің дәлдігін бағалау

Құрылған аналитикалық модельді тексеру үшін біз оның нәтижелерін ns-3 [19] ортада имитациялық моделдеу кезінде алынған нәтижелермен салыстырамыз. Модельдеу кезінде IEEE 802.11a стандарттының параметрлері бар Wi-Fi станциялары қарастырылған(3.2 - сурет). Станциялар бір-бірінен пакетті табысты тарату ықтималдығы p-ға тең болатын қашықтықта орналасты. Бақылау уақыты және қайта өткізулер саны алынған нәтижелер қателігі 2%-дан кем болатындай етіп алынды. 3.3 – суретте имитациялық модельдеудің нәтижелері (нүктелер) аналитикалық модельдеудің нәтижелеріне (сызықтар) жоғары дәлдікпен сәйкес келетіні көрінеді.



3.2 – сурет. ns-3 симуляторында тұрғызылған модель үлгісі



3.3 – сурет. Әртүрлі r, s үшін π(p) тәуелділігінің аналитикалық және имитациялық модельдері нәтижелерін салыстыру

Осы жұмыста тұрғызылған аналитикалық модель NHDP хаттамасының тиімділік көрсеткіштерін бағалау үшін және хаттама параметрлерін тағайындау үшін қолдану мүмкін.

4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

4.1Еңбек жағдайын талдау

Осы дипломдық жобада MANET және Wi-Fi Mesh желілері және олардың хаттамалары қарастырылған.

MANET және Wi-Fi Mesh дәстүрлі "инфрақұрылым" сымсыз желілері қол жетімсіз немесе тиімсіз болған жағдайда, ақпаратты таратуды қамтамасыз етеді. Олардың қолдану облыстары азаматтық (жалпы қолжетімді жүйелердің ұйымы, таралған компьютерлік желілер, табиғи ортаның геомониторингті жүйесі, кездейсоқ жағдайдағы ақпарат алмасуы т.б.) және әскери (ұрыс қимылдардың тактикалық біріккен ұйымы) болып табылады.

Жобаны ұйымдастыру барысында компьютерлермен және техникалық құрылғылармен жұмыс жүргізіледі. Сондықтан, жұмысшылардың компьютермен, MANET және Wi-Fi Mesh желісінің құрылғыларымен жұмыс істеген кездегі еңбек қауіпсіздігі мен электромагниттік толқындардың және шудың әсерін талқылауымыз қажет.

Осыған байланысты өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қарастыратын тақырыптарым:

а) электромагниттік толқындар;

б) адам денсаулығына электромагниттік сәулеленудің әсері;

в) шудың адам организиміне тигізетін әсері;

г) шу деңгейін есептеу [24,25].

Тіршілік қауіпсіздігі – адам өміріне төнетін жалпы қауіп-қатерлерді зерттейтін, оларға қарсы қоюға болатын шараларды әзірлейтін ғылыми білімнің саласы.

Қауіпсіздік дегеніміз - сыртқы және ішкі қатерлерден қорғайтын тірі организмнің қажетті шарасы. Ал адам қауіпсіздігінің өз ерекшеліктері бар, адамның басқа тірі организмдерге қарағанда айырмашылығы, ол табиғи ортадан, өз өмір сүру ортасын жасай алады. Сол себепті болуы мүмкін қатерлер табиғи қатерлердің қатарына жатпауы да мүмкін.

Техника қауіпсіздігі бойынша нұсқауды өткен жұмысшылар ғана жұмысқа жіберіледі. Жобаланатын учаскеде келесі нұсқаулар қаралады:

- кіріспе нұсқаулар еңбек қорғау инженерімен жүргізіледі. Кіріспе нұсқаулар қызметкерлерді техника қауіпсіздігімен, өндірістік санитарлықпен, ішкі еңбек тәртіп ережелерімен және негізгі заңдылықпен таныстыру үшін өткізіледі. Бұл нұсқауды жұмысқа қабылданған адамдарға мамандығына, квалификациясына, біліміне, лауазымына қарамастан 2 сағат көлемінде жүргізіледі;

- арнайы мамандық үшін ЕҚ нұсқауы жұмыс орнында арнайы өткізіледі. Ол әр қызметкермен жеке өткізіледі;

- ағымдағы нұсқау жоғары қауіпті өндіріс жұмысында өткізеді, кіру рұқсат наряды тіркеледі;

- қайталама нұсқау барлық қызметкерлермен, квалификациясына қарамастан өткізіледі.

Бұл нұсқау жарты жылда бір рет өткізіледі және топтық болуы мүмкін. Сонымен қатар, техника қауіпсіздігі бұзылған кезде жеке әңгіме ретінде өткізіледі. Жоспарсыз нұсқау, техника қауіпсіздігінің нұсқауы өзгерген кезде өткізіледі.

4.2 Электромагниттік толқындар

Электромагниттік толқындар/ электромагниттік сәулелену – электромагниттік өрістің кеңістікте таралуы (жағдайының өзгеруі).

Электромагниттік толқындар келесідей бөлінеді:

- Радиотолқындар
- Инфрақызыл сәулелену
- Көрінетін жарық
- Ультракүлгін сәулелену
- Рентген сәулелену және гамма – сәулелері

Электромагниттік толқыгдар кез келген ортада таралуы мүмкін. Вакуумда (электромагниттік толқындардың сіңіретін немесе шығаратын заттардан және телімдерден бос кеңістік) электромагниттік сәулелену ешбір өшуліксіз үлкен арақашықтықтарға таралады. Сонымен қатар, ол заттармен толтырылған кеңістікте де жақсы таралады (өзінің мінезін ауыстыра).

Электромагниттік толқындардың таралу жылдамдығы тұрақты шама ($c=3 \cdot 10^8$ м/с) болып табылады. Электр зарядтары айнымалы қозғалыс жасағанда, олардың туғызатын айнымалы электромагниттік өрісі кеңістіктің бір нүктесінен екінші нүктесіне тарайды, осындай таралуды электромагниттік толқын деп атайды.

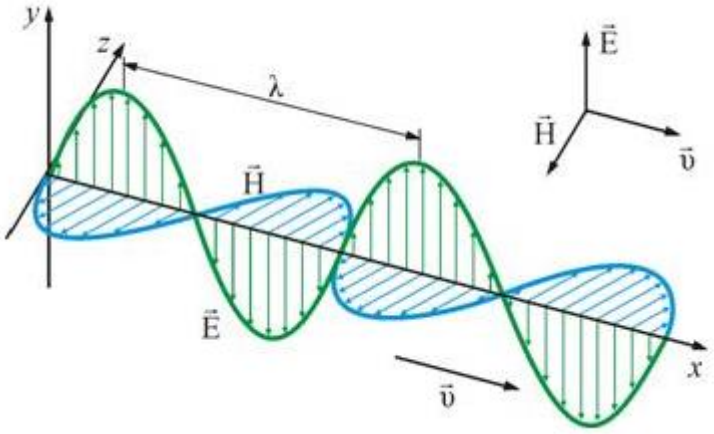
Электромагнитік сәулеленудің сипаттамалары:

Электромагниттік сәулеленудің негізгі сипаттамалары жиілігі, толқын ұзындығы және поляризация болып табылады.

Толқын ұзындығы жиілікпен толқынның таралу жылдамдығымен арқылы тікелей байланысты. Вакуумдағы электромагниттік сәулеленудің таралу жылдамдығы жарық жылдамдығына тең, ал басқа орталарда осы жылдамдық аз. Вакуумдағы электромагниттік сәулеленудің фазалық жылдамдығы да жарық жылдамдығына тең, ал әртүрлі орталарда жарық жылдамдығынан кем немесе артық болуы мүмкін.

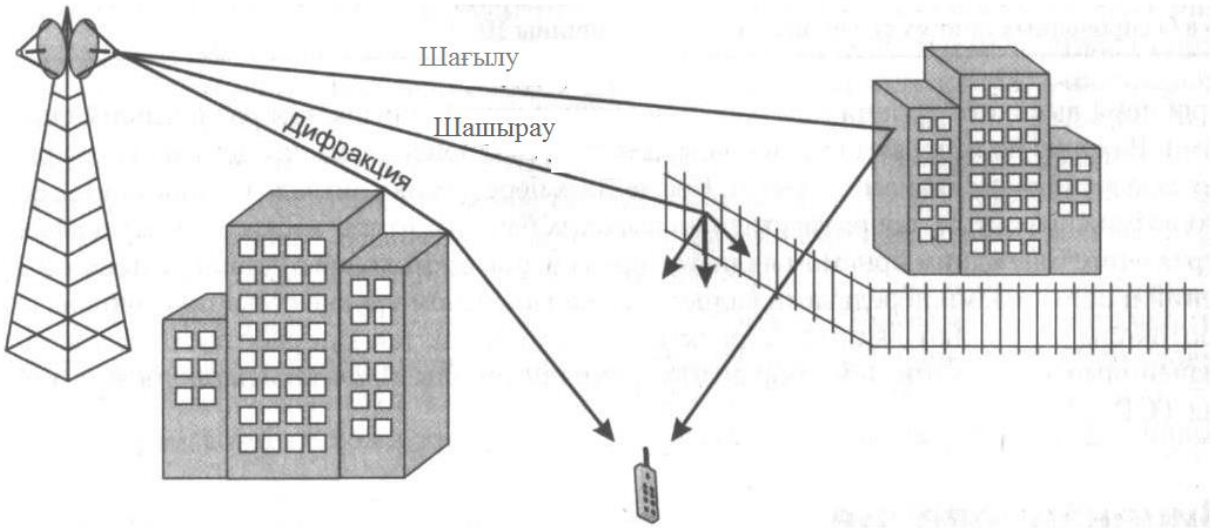
Радиожиілікті диапазонында электромагниттік сәулелерге (ЭМС) жиілігі 3 Гц-тен $3 \cdot 10^{12}$ Гц-ке дейінгі (100000 км-ден 0,1 мм-ге дейінгі толқын ұзындығына сәйкес келетін) электромагниттік өрістер (ЭМӨ) жатады. Халықаралық стандарт бойынша толқын ұзындығына және жиілігіне байланысты олар он екі кіші диапазондарға бөлінеді. Электромагниттік

тербелістердің ең жиі кездесетін екі түрі бар – үйлесімді және өзгертілген. Үйлесімді тербелістерде электрлік (E) және магниттік (H) құрамдастар синус немесе косинус заңы бойынша өзгереді. Өзгертілген тербелістер кезінде амплитудасы мен жиілігі белгілі бір заң бойынша өзгереді.



4.1 – сурет. Электромагниттік толқынның таралуы

Радиосәулелер толқындарын келесі негізгі диапазондарға бөледі: өте төмен жиіліктегі(ӨТЖ), төмен жиіліктегі(ТЖ), жоғары жиіліктегі(ЖЖ), ультражоғары жиіліктегі(УЖЖ) және өте жоғары жиіліктегі(ӨЖЖ). Оларға өте ұзын, ұзын, орташа, қысқа, ультра қысқа және микротолқындар(дециметрлер, сантиметрлер, миллиметрлер) жатады.



4.2 – сурет. Радиотолқындардың кеңістікте таралуы

4.1 – Кесте. Электромагниттік сәулелену диапазондары

Диапазон атауы		Толқын ұзындығы, λ	Жиілігі, f
Радиотолқын	Тым ұзын	10 км жоғары	30 кГц кем

	Ұзын	10 км — 1 км	30 кГц — 300 кГц
	Орта	1 км — 100 м	300 кГц — 3 МГц
	Қысқа	100 м — 10 м	3 МГц — 30 МГц
	Ультрақысқа	10 м — 0,1 мм	30 МГц — 3000 ГГц[4]
Инфрақызыл сәулелену		1 мм — 780 нм	300 ГГц — 429 ТГц
Көрінетін жарық		780—380 нм	429 ТГц — 750 ТГц
Ультракүлгін сәулелену		380нм — 10нм	$7{,}5\cdot10^{14}$ Гц — $3\cdot10^{16}$ Гц
Рентген		10 нм — 5 пм	$3\cdot10^{16}$Гц — $6\cdot10^{19}$ Гц
Гамма		5 пм кем	$6\cdot10^{19}$ Гц жоғары

4.3 Электромагниттік сәулеленудің әсері:

Адам денесінде жердегі кез-келген организм сияқты, өз электромагниттік өрісі бар, соның арқасында барлық жүйелер, органдар мен жасушалар үйлесімді жұмыс істейді. Адамның электромагниттік сәулеленуі биоөрісі деп аталады. Бұл өріс сыртқы электромагниттік өрістердің әсерінен денеміздің негізгі қорғаныс қабығы болып табылады. Осы қорғаныс қабаты бұзылған жағдайда организм кез келген ауру факторларына шалдығады.

Жүйке жүйесіне әсері. Тіпті жылулық әсер байқалмайтын электромагнитті сәулелену деңгейі ағзаның ең маңызды деген қызметтік жүйелеріне әсер етеді. Осы саладағы мамандардың көпшілігінің ойынша жүйке жүйесі ең осал ағза болып табылады. Әсер ету механизмі өте қарапайым – анықталған, электромагнитті өріс кальций иондары үшін торлы мембрана өткізгіштігін бұзады. Нәтижесінде жүйке жүйесі қалыпты қызметінен ауытқи бастайды. Аталған процесстер барысында туындайтын ауытқулар ауқымы кең – жүргізілген тәжірибелер барысында есте сақтау қабілетінің төмендеуі, реакцияның төмендеуі, депрессиялық өзгерітер және т.б. сынды құбылыстар тіркелген.

Имундық жүйеге әсері. Имундық жүйеде әсер ету аймағына ұшырайды. Бұл бағыттағы тәжірибелік зерттеулер ЭМС сәулелендірілген жануарларда инфекциялық процесс сипаты өзгеретінін көрсеткен (инфекциялық процесстің жүруі ауырлайды).

ЭМС әсер еткен кезде соңы жойылуға әкеп соғатын иммуногенез процессі бұзылады. Бұл процессті аутоиммунитет туандауымен байланыстырады.

Жоғары қарқындылықтағы электромагниттік өрістің ағзаның имун жүйесіне әсері имунитеттің торлы Т-жүйесінің жойылу эффектісінен байқалады.

Эндокринді жүйеге әсері. Эндокринді жүйе де электромагниттік сәулеленуге ұшырайды. Зерттеулер электромагниті өрістің әсер етуі кезінде гипофизарлы-адреналинді жүйенің стимуляциясы болатынын және ол қандағы адреналин көлемінің артуымен қатар жүретінін көрсетті.

Жүрек қан тамырлар жүйесіне әсері. ЭМӨ әсер ету нәтижесі ретінде жүрек қан-тамырлар жүйесі қызметінің бұзылуын қарастыруға болады. Ол артерия қысымының және тамыр соғысының тұрақсыздығынан байқалады. Периферлік қан құрамының фазалық өзгеруі белгіленеді.

Жыныс жүйесіне. Туа бітті кемтарлық пен кемістік жағдайларының көбеюі, қыз жынысты балалардың дүниеге келу ықтималдығының артуы, спермакинездің жойылуы байқалады.

Адам органдары сәулелерге сезімталдығына қарай үш топқа бөлінеді. Бірінші топқа ең сезімтал мүшелері жатады: гонадалар, жілік майы, т.б. Одан кейін екінші топқа жататындар: бұлшық еттер, көк бауыр, домалақ бездер, май еттері, бауыр, бүйрек, өкпе, ішек-қарын, көз жанары т.б. Үшінші топқа жатады: тері, сүйек, білек, сирақ, табан т.б.

Адам организміне әсер ететеін электромагниттік толқындарды рентген өлшемімен тигізетін әсері мынандай болып келеді:

- 25 Р дейін – организмде айқын зақымдану білінбейді.
- 25-50 Р – маңызды зақымдану жоқ, бірақ қанда өзгірістер болуы мүмкін.
- 50-100 Р – организмде ерекше өзгерістер болады, бірақ еңбекке қабылеттілік сақталады.
- 100-200 Р – еңбекке қабылеттілік жартылай кемиді, кей кезде өлім жағдайы болуы мүмкін.
- 400 Р – 50% өліммен аяқтайды.
- 500-600 Р және одан артық - өлтіретін доза.

4.4 Шудың адам организіміне тигізетін әсері

Шудың адам организіміне тигізетін әсері әртүрлі: бір жағынан, шу ақпаратты сапалы қабылдауға тікелей әсер етіп, еңбек тапсырмасын нәтижелі орындалуына әсерін тигізеді; басқа жағы, адамның жұмысқа қабілеттілігін төмендетеді. Ұзақ шудың әсері, адамның есту қабілетін нашарлатып немесе оданда мүлдем айырылуына әкеліп соғады. Есту мүшесінің зақымдану дәрежесі дыбыс деңгейіне, оның ұзақтығына, сонымен қатар адамның дара сезгіштігіне байланысты. Бірақта шу адам организімінің есту мүшесіне әсерімен ғана шектеліп қоймайды. Шудан тітіркену арқылы есту жүйесінің талшығынан орталық вегетативті жүйке жүйесіне беріледі, ал олардан ішкі мүшелерге әсер тиеді, оның әсерінен организмнің функционалды жағдайына маңызды өзгертулер әкеледі, алаңдау мен тітіркенуді туғызып адамның психикасына әсерін тигізді. Өндірістік шудан қорғану үшін, құралдарды жобалаған кезде және жұмыс орындарын жабдықтағанда қарастырылады. Бөлмедегі шумен күресу үшін барлық шараларды қолдануымыз керек.

Ұйымдық шараларға өндіріс орындарын, құрылғылар және жұмыс орнын орынды орналастыру, қызметкерлердің жұмыс режимін бақылау жатады.

Техникалық шаралар:
- есік, дуал, терезелерді жобалағанда дыбыс өткізбейтін материалдарды қолдану;
- бөлменің ішкі бетіне дыбыс жұтқыш жабулар қолдану.

4.5 Шу деңгейін есептеу

Жұмыс орнында бес шу көзі бар деп есептейік.

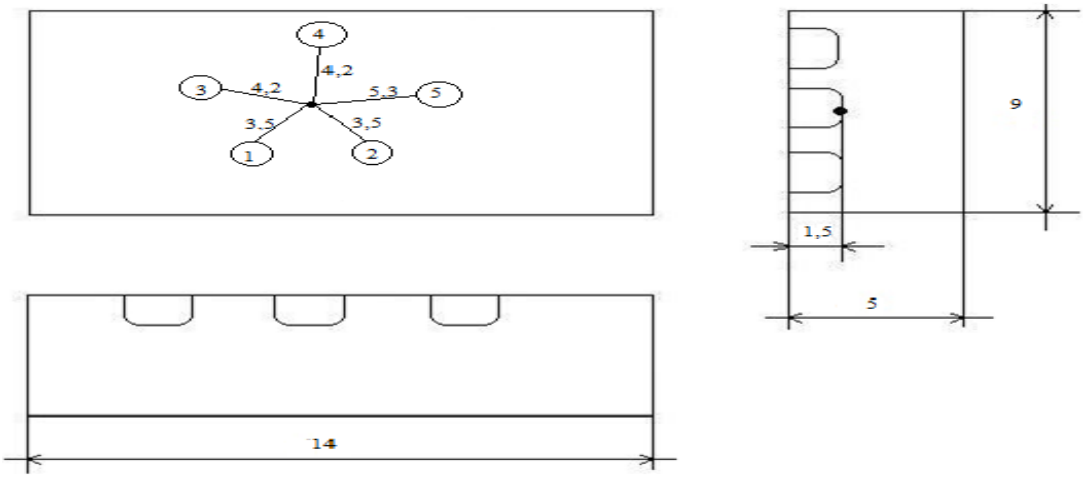
4.2 кесте - Тапсырманың берілгені

Параметрлер	Өлшемдері
Шу көзінің саны	5
Нүктенің шу көзінен орналасқан ара қашықтығы, м	R_1=R_2=3,5 м; R_3=R_4= 4,2 м; R_5=5,3 м;
Бөлме көлемі, $м^3$	3000
$B/S_{огр}$	0,5
L_{max}	1,2

4.3 кесте – Параметрлері бойынша тапсырманың берілгені

Параметрлер	Өлшемдері
Бақылау кабинасының параметрлері	14х9х5
Бітеу қабырғаның ауданы S_1	48
Есіктің ауданы S_3	96
ъБітеу қабырғаның ауданы S_2	5
Терезенің ауданы S_4	4

Бөлмеде есептеулер нүктесі мен шуылдар нүктесінің орналасу сұлбасы



4.1 – сурет. Бөлмеде есептеулер нүктесі мен шуылдар нүктесінің орналасу сұлбасы

Алынған нүктедегі дыбыс қысымының октавалық деңгейін келесі формуламен есептейміз:

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^{m} \frac{\Delta i \cdot \chi i \cdot \Phi i}{Si} + \frac{4\varphi}{B} \sum_{i=1}^{n} \Delta i \right), \quad (4.1)$$

$$\Delta i = 10^{0.1 \cdot Lpi} \quad (4.2)$$

мұндағы L_{pi} – i-ші нүкте үшін дыбыс қысымының октавалық деңгейі;

m-нүктеге жақын орналасқан шу көзінің саны (ол үшін $r_i < 5r_{imin}$ орындалу керек);

n-шу көзінің толық саны;

В-бөлме тұрақтысы, $м^2$.

$L_{p1} = 100,\ L_{p2} = 103,\ L_{p3} = 99,\ L_{p4} = 95,\ L_{p5} = 97$

Сәйкесінше, $\Delta_1 = 10^{0,1 \cdot 100} = 10^{10}$, $\Delta_2 = 10^{0,1 \cdot 103} = 10^{10,3}$, $\Delta_3 = 10^{0,1 \cdot 99} = 10^{9,9}$, $\Delta_4 = 10^{0,1 \cdot 95} = 10^{9,5}$, $\Delta_5 = 10^{0,1 \cdot 97} = 10^{9,7}$

Шу көзі мен нүктенің ара қашықтығын, шу көзінің ең үлкен габаритін, шу көзінің еденде орналасуын ескере отырып келесі формуламен ауданды табамыз:

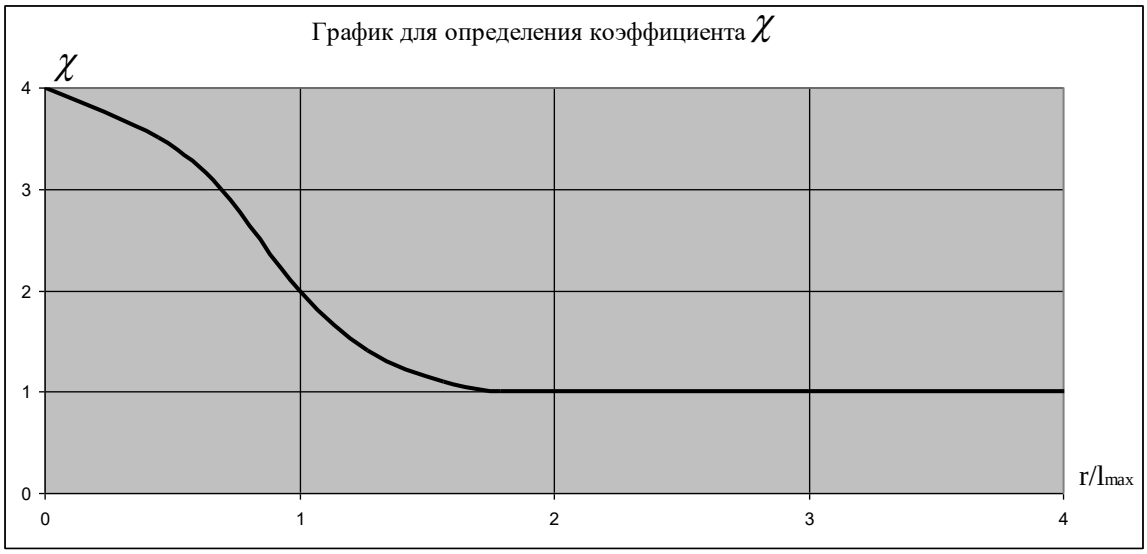
$$S_i = 2\pi r_i^2 \quad (4.3)$$

$$S_i = 2 \cdot \pi \cdot r_{1,2}^2 = 2 \cdot \pi \cdot 3.5^2 = 76,93,\ (м^2)$$

$$S_i = 2 \cdot \pi \cdot r_{3,4}^2 = 2 \cdot \pi \cdot 4,2^2 = 110,7792,\ (м^2)$$

$$S_i = 2 \cdot \pi \cdot r_5^2 = 2 \cdot \pi \cdot 5.3^2 = 176.4052,\ (м^2)$$

χ – жақынакустикалық өрістің әсерін ескеретін коэфициент. Ол шу көзінің акустикалық орталығы мен есептік нүктенің арақашықтығының r метрмен шу көзінің максимал габариттік өлшеміне l_{max} қатынасымен, график бойынша анықталады.



4.2 – сурет. χ коэфициентін анықтайтын график

$$\frac{r_{1,2}}{l_{max}} = \frac{3,5}{1,2} = 2,92 \text{ онда } \chi = 1$$

$$\frac{r_{3,4}}{l_{max}} = \frac{4,2}{1,2} = 3,5 \text{ онда } \chi = 1$$

$$\frac{r_5}{l_{max}} = \frac{5,3}{1,2} = 4,42 \text{ онда } \chi = 1$$

Барлық жағдайда да χ=1

Ғимарат тұрақтысын В келесі формуладан анықтаймыз:

$$B_i = B_{1000} \cdot \mu, \qquad (4.4)$$

мұндағы B_{1000} –орташа геометриялық жиіліктегі 1000 Гц ғимарат тұрақтысы, м^2;

μ- жиіліктік есептеуіш.

Ғимараттың түріне байланысты B_{1000} келесідей анықталады:

$$B_{1000} = \frac{V}{20} = \frac{3000}{20} = 150, \text{ (м}^2\text{)}$$

4.4 кесте – Жиіліктік көбейткіштің μ мәндері

Октавалық жолдардағы ортагеометриялық жиіліктер, Гц	63	125	250	500	1000
μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1

B_1=150*0,5=75

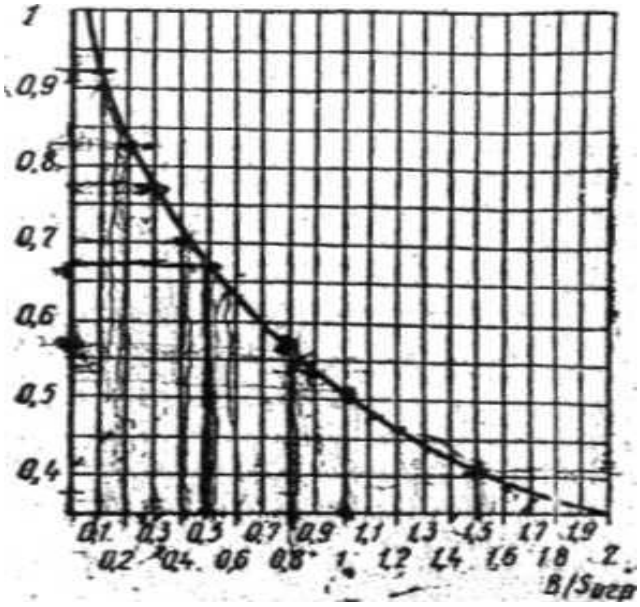
B_2=150*0,5=75

B_3=150*0,55=82,5

B_4=150*0,7=105

B_5=150*1=150

Шу көзі еденде орналасқандықтан шу көзінің бағытталу факторы Ф=1.
Ψ мәнін $B/S_{огр}$ байланысты келесі графикпен анықтаймыз:



4.3 – сурет. ψ коэффициентін анықтайтын график

Ψ=0,66

Табылған мәндерді ескере отырып, есептеу жүргіземіз.

$$L_1 = 10\lg(\frac{10^{10} \cdot 1 \cdot 1}{76{,}93} + \frac{4 \cdot 0{,}66}{75}(10^{10} + 10^{10{,}3} + 10^{9{,}9} + 10^{9{,}5} + 10^{9{,}7}) = 97{,}2659$$

$$L_2 = 10\lg(\frac{10^{10{,}3} \cdot 1 \cdot 1}{76{,}93} + \frac{4 \cdot 0{,}66}{75}(10^{10} + 10^{10{,}3} + 10^{9{,}9} + 10^{9{,}5} + 10^{9{,}7}) = 97{,}26585$$

$$L_3 = 10\lg(\frac{10^{9{,}9} \cdot 1 \cdot 1}{110{,}7792} + \frac{4 \cdot 0{,}66}{82{,}5}(10^{10} + 10^{10{,}3} + 10^{9{,}9} + 10^{9{,}5} + 10^{9{,}7}) = 89{,}923$$

$$L_4 = 10\lg(\frac{10^{9,5} \cdot 1 \cdot 1}{110,7792} + \frac{4 \cdot 0,66}{105}(10^{10} + 10^{10,3} + 10^{9,9} + 10^{9,5} + 10^{9,7}) = 88,081$$

$$L_5 = 10\lg(\frac{10^{9,7} \cdot 1 \cdot 1}{176,4052} + \frac{4 \cdot 0,66}{150}(10^{10} + 10^{10,3} + 10^{9,9} + 10^{9,5} + 10^{9,7}) = 87,917$$

4.5 кесте - Әртүрлі жиіліктегі дыбыс қысымының деңгейін анықтау

f,Гц	L_i,дБ	Δ_i	M	B, м^2	$L_ш$, дБ
63	100	3,162E+10	0,5	75	97,2659
125	103	3,162E+10	0,5	75	97,26585
250	99	6,31E+09	0,55	82,5	89,923
500	95	5,01E+09	0,7	105	88,081
1000	97	6,31E+09	1	150	87,917

Алынған мәндерді рұқсат етілетін мәндерімен салыстырамыз.

4.6 кесте - Алынған мәліметтерді рұқсат етілген мәндерімен салыстыру

$L_ш$, дБ	97,2659	97,26585	89,923	88,081	87,917
$L_{рұқ}$, дБ	99	92	86	83	80

Байқап отырғанымыздай алынған мәліметтерді шектік мәндерінен асып кетті, сондықтан олардың айырмасы қажетті бәсеңдетілетін дыбыс қысымына сәйкес келеді:

$$L_{бәсен} = L_{ш} - L_{рұқ}\ , \qquad (4.5)$$

4.7 кесте - Алынған мәндер мен шектік мәндер айырмасы

$L_{ш}$, дБ	97,266	97,267	89,227	88,081	87,916
$L_{рұқ}$, дБ	99	92	86	83	80
$L_{тр}$	-1,734	5,2658	3,9227	5,0812	7,9164

4.6 Шудың адам организміне әсер етуінен қорғау шараларын жасау

Бұл тапсырмада шуды азайтатын шаралар қолданамыз. Ол үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$R_{mpi} = L_{ш} - 10\lg B + 10\lg S_i - L_{доп} + 10\lg n, \qquad (4.6)$$

мұндағы $L_{ш}$-есептелінген дыбыс қысымы;

lg B-бөлме тұрақтысының логарифмдік мәні;

lg S_i-бақылау кабинасындағы элементтердің аудандарының логарифмдік мәндері;

$L_{доп}$-дыбыс қысымының сол жиіліктегі шектік мәні;

Lgn-бақылау кабинасындағы қарастырылатын элементтер санының логарифмдік мәндері.

Яғни бұл шараны біз шудың бір бөлмеден екінші бөлмеге өткен кезде қолданамыз:

$$B_{1000} = \frac{V}{20} = \frac{630}{20} = 31.5$$

мұндағы V- бақылау кабинасының көлемі

$$V = 14 \cdot 9 \cdot 5 = 630\ ,\ (м^3)$$

4.8 кесте - Шу азайтатын шараның кестесі

F	63	125	250	500	1000
B_{1000}	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
M	0,5	0,5	0,55	0,7	1
$B = B_{1000} \cdot \mu$	15,75	15,75	17,3	22,1	31,5
$L_{жал}$	97,27	97,27	89,9	88,1	87,92
$L_{рұқ}$	99	92	86	83	80
10lgn(n=4)	6,021	6,021	6,02	6,02	6,021
10lgB	11,97	11,97	12,4	13,4	14,98

Кестенің жалғасы 4.8

F	63	125	250	500	1000
10lg(S1)(S1=48м^2)	16,81	16,81	16,8	16,8	16,81
10lg(S2)(S2=96м^2)	19,82	19,82	19,8	19,8	19,82
10lg(S3)(S3=5м^2)	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99
10lg(S4)(S4=4м^2)	6,021	6,021	6,02	6,02	6,021
$R_{тр1}$	9,126	16,13	14,4	14,5	15,77
$R_{тр2}$	12,14	19,14	17,4	17,5	18,78
$R_{тр3}$	-0,7	6,303	4,55	4,66	5,944
$R_{тр4}$	-1,67	5,334	3,58	3,69	4,975

4.4 Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі бойынша қорытынды

Шу әсері адам организиміне ең бастысы есту мүшелері, жүйке жүйесіне, жүрек және қан тамырлары жүйесіне зақым келтіреді. Олар негізінен адамның шу жағдайында жұмыс істеу уақытына, организмнің сезімталдығына, шу көрсеткіштеріне және т.б. байланысты.

Шу дегеніміз – адамның есту мүшелеріне зақым келтіреін, демалуына немесе жұмыс жасауына кедергі келтіретін дыбыстар жиыны. Дыбыс жиілікпен және дыбыстық қысыммен сипатталады.

5 Кәсіпкерлік-жоспар

5.1 Түйін

Кәсіпкерлік-жоспардың кәсіпорындарға ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді болашаққа қойылған мақсаттары мен есептері экономика жағдайының, өндірістің мықты және әлсіз жақтарының бағалауы және де нарықты талдау мен қажеттіліктер туралы ақпараттар жатқызамыз. Осы қойылған мақсаттарға жетудің ресурстарын бағалау мен бәсеке шарттары жатады [23].

Біздің қарастырып отырған жобаның басты мақсаты өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік MANET желісінің және Wi-Fi Mesh желісінің тиімділігін бағалау және саралау болып табылады.

5.2 Кәсіпкерлік- жоспардың мақсаты

Берілген кәсіпкерлік-жоспардың мақсаты, өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік желіні (MANET) және Wi-Fi Mesh желісін ұйымдастырудың тиімділігін сараптамалап көру.

Кәсіпкерлік-жоспарда MANET желісінің және Wi-Fi Mesh желісінің шешімі (жаңа абоненттерді қосу, ай сайынғы абоненттік төлемдер, қосымша қызметтерден түсетін табыс) негізінде байланыс жүйесін пайдалануынан, жобаны іске асыру кезінде табыс алуды және технологияны еңгізудегі қаржыны үнемдеуді көздейді.

MANET өздігінен ұйымдастырылатын желілер дәстүрлі архитектураның сымсыз желілерінің үстінде келесі артықшылықтарға ие болады:

- таратқыш қуатының өте алыс жерлерге деректерді жіберу мүмкіндігі;
- желін инфрақұрылымында өзгерістерге орнықтылық;
- қолайсыз бөгет жағдайларда шапшаң реконфигурацияның мүмкүндігі;
- қарапайымдылық және күшейтуінің жоғары жылдамдығы.

Мобильді құрылғылар базасын негізін салатын сымсыз желілер мынадай ерекшеліктерге ие:

- түйіндердің мобильдігі желі топологиясының динамикалылығының қосымша жоғарылауына алып келеді, себебі кедергі немесе торапты қосу / өшіру салдарынан байланыстың ажырап кету мүмкіндіктеріне оның қозғалыс ықтималдығы қосылады;
- ұялы түйіндердің электр көздері шектеулі болуы мүмкін, сондықтан аппараттық құрылғаларды және хаттамаларды тұрғызу кезінде энергияны тұтынуды ескеру қажет.

Mesh-технологиясы негізінде Wi-Fi желісін құру, дәстүрлі жүйелер қажетті қамту, дауыс сапасын және ұтқырлықты қамтамасыз етудегі тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді.

Жүйенің ерекшеліктері:

- қолданыстағы инфрақұрылыммен байланысы жоқ, тұрақты және өміршең Mesh желіні жылдам автоматты түрде ұйымдастыру;
- барлық IP-бағдарламалардың қолдауымен ғаламторға сымсыз қол жеткізу;

Артықшылықтары:

- ең аз уақыт және өзін-өзі ұйымдастыру арқылы өрістету жеңілдігі;
- сенімділігі мен икемділігін арттыру;
- мүмкіндігі бар өзін-өзі бейімдеу және өзін-өзі шипалы;
- автоматты түрде бұзылған жерлерді айналып өту үшін трафикті қайта бағыттау;
- іс жүзінде шексіз ауқымдылығы және желісінің өткізу қабілетін ұлғайту;
- орталық біріктіру түйіндер үшін жоқ қажеттілігі, өйткені барлық құрылғылар бірдей және ретранслятора ретінде жұмыс істей алады, және қатынас нүктесі.

Желі қызметтері

Мобильді құрылғылар базасы негізін салатын сымсыз желілер мынадай ерекшеліктерге ие:

- түйіндерді қозғалғыштық желінің топологиясы динамикалылығының қосымша жоғарылауына бағытталады, өйткені кедергі артынан байланыс мүмкіндігіне немесе түйіннің қосу немесе өшіру оның ауысуының ықтималдығы қосылады;
- мобильді түйіндер қоректену көздерінің артықшылығы шектеулі болуы мүмкін, хаттамасы және энергия тұтынуы (бұл әсіресе сенсор желілері) ескерілуі керек.

5.3 Нарықты стратегиялық бағалау

Қазіргі таңда нарықтандыруда сенсорлі желілерді басқару және игеру үшін өздігінен ұйымдастырылатын сымсыз байланыс орнатуға техникалық есептеулер жүргізілуде. Бұл есептеулер шешімі ретінде өздігінен ұйысдастырылатын ұялы MANET (Mobile Ad Hoc Network) және Wi-Fi Mesh желілері қарастырылуда. Осы желілер сымсыз өздігінен ұйымдастырылатын желілерді біріктіруге, байланыстыруға сонымен қатар орнын анықтауға қолданылады.

Ұялы байланыс көпетеген қалаларды, аудандарды байланыс қызметтерімен қамтамасыз ететін, кең таралған желі болып табылады. Ал сымсыз орталықтандырылмаған өздігінен ұйымдастырылатын желілерді ұялы байланыстың дамыған түріне жатқызуға болады.

Қазақстанның нарықтық қатынастарға өтуі сапалы байланыс орнатуға сұранысы жоғары болатын өнеркәсептердің санының өсуіне алып келеді. Сұраныс ұсыныстарды туғызатыны бәріне белгілі, сондықтан да қазіргі мемлекеттік желімен бірге дамытылған байланыс қызметтерін көрсететін кәсіпорындар (көбінесе өзінің жеке қаражатымен ұйымдастырылған) пайда болды. Осындай кәсіпорындар ретінде мобильді байланыс қызметтерін, ғаламтор қызметтерін, т.б. қызметтерді көрсететін кәсіпорындарды санауға болады. Кәсіпорындар арасындағы қатты бәсекелестік, өзінің қызметтерімен жаңа аумақтарды қамтуға абоненттерге қызметтердің жаңа түрлерін көрсетуге және олардың құнын төмендетуге мәжбүр етеді. Инвестициялық жұмыстың экономикалық тиімділігін бағалау кезінде уақыт факторын ескеру қажет. Инвестициялық жобаның анализі мен негізделуі кезінде жүргізілген есептеулердің ең маңыздысы шығындарды салыстыру болып табылады. Оның қазіргі уақытта және болашақта келіп түсетін ақшалай пайданы салыстыру арқылы жүзеге асады.

5.4 Ықтимал тұтынушылар және сатып алушылар

Бастапқыда жаңа желінің тұтынушылары болып, жалпы қолданыстағы желімен салыстырғанда, тарифтері қымбат болып келетін, сандық байланыстың қазіргі түрлерінің жоғары сапасына мұқтаж болған жеке және заңды тұлғалар болып табылатын. Мұнан басқа, желіні жетілдіру барысында көрсетілетін қызметтер қатары кеңейіп, тарифтері төмендеп, бұл желі халықтың көптеген қабаттарына қол жетерліктей болды.

Жобаланатын желінің көрсететін қызметтердің ықтимал сатып алушылары болып, кәсіпорын мен ұйымдардың келесі санаттары жатады:

- қалалық телефон желісі;
- қалааралық және халықаралық байланыс кәсіпорындары;
- жаңадан пайда болып жатқан, дәстүрлі емес байланыс қызметтерінің көрсететін операторлар желілері;
- өндірістік кәсіпорындар мен бірлестіктер, сонымен қатар ірі және орта сауда мен қаражат ұйымдары;
- өндіру мен қайта өңдеу кәсіпорындары;

- шетел фирмалардың кеңселері.

Қазіргі кезде бар желілердің көшбасшысы болып, негізінде Қазақстан Республикасының «Қазақтелеком» АҚ болып табылады. Бірақ осы желілердің көп бөлігі қазіргі талаптарға сай келмейді және компанияның ел аумағында желіні жаңартуына үлкен күш салуда. Байланыс желілерінің үлкен аумақты қамтып отырғанын ескергенде, «Қазақтелеком» АҚ барлық байланыс желілерінің жағдайын тиісті деңгейде бақылай алмайды, бұл бәсекелестік деңгейін төмендетіп және жеке операторлардың, сонымен бірге елдің әртүрлі аймақтарындағы кәсіпорынның дамуына алып келеді.

5.5 Даму жоспары

Қызметтердің көрсету мүмкіндігі бар, жобаланатын желі қысқа мерзімде ұйымдастырылуы мүмкін.

Құрылғының мүмкіндіктерін ескере отырып, құрылғыны орнатқаннан және оны жөнделгеннен кейін, желінің үлкен емес жекеленген бөліктерін бөлшектеп пайдалана беруге болады.

Желіні орнату жылдамдығы техникалық заттарды алып келуден, шоғырсымды орнату жылдамдығына тәуелді болады.

Абоненттердің ауыстыру, абоненттерді ауыстырып қосу бөлшектеп болатындықтан ұзақ уақытқа өшірумен сипатталмайды.

Құрылғылардың ерекше өзгешеліктерінің арқасында, желіні пайдалану жеке желі аумақтарын ұйымдастырғаннан кейін де болады, бұл технологияны өтелу уақытын төмендету қажет.

5.6 Қаражат салымдарын есептеу

Жобаланатын желіде, ең көп қаражатты талап ететін құрылғы арнаны құратын аспап болып саналады.

Құрылғыны сатып алуға жұмсалатын қаражат шығындары SoftX3000 бағдарламалық коммутаторының, UMG-8900 медиашлюздердің, сондай- ақ TDM E1 платалары мен лицензиялардың құндары анықталады.

Жобаны іске асыруға қажетті құрылғылар тізімі және де олардың құны 5.1 кестеде көрсетілген.

5.1 кесте – Қаражат салымдарын есептеу

Атауы	Саны, дана	Бір дана үшін бағасы, мың теңге	Жиынтығы, мың теңге
SoftSwitch SoftX3000 бағдарламалық коммутаторлары	2	72 500	145 000
UMG-8900 медиашлюздер	4	18 427	73 708
Абоненттер үшін лицензия	300 000	4.55	1 365 000
TDM E1 32-порттық плата	256	560	143 360
Оптикалық кабель, км	18	500 км	9000
Барлығы, мың теңге		1 736 068	

Қаражат салымдарын есептеген кезде көлік қызметтерін жөндеу жұмыстары және қондырғы бағасын есептеу кіреді.

Есептеудің жалпы формуласы:

$$К_{САЛ}=К_{Қ}+К_{Ж}+К_{ЖЕТ}+К_{ЖОБ}(\text{теңге}), \quad (5.1)$$

мұндағы $К_{Қ}$ - құрылғыға жұмсалатын қаражат шығындары;

$К_{ЖЕТ}$ – құрылғының жеткізуге жұмсалатын қаражат шығындары;

$К_{ЖОБ}$ – құрылғының жобалауға жұмсалатын қаражат шығындары;

$К_{Ж}$ – құрылғының орнатуға жұмсалатын қаражат шығындары.

Құрылғының сатып алуға кететін шығындар:

$$К_{Қ}=К_{SoftX3000}+К_{UMG8900} \text{ (теңге)} \quad (5.2)$$

SoftX3000 құрылғының бағасына басқару жүйесінің бағасысы да кіреді.

Кқ= 145 000+73 708= 218 708 (теңге).

Құрылғыны орнатуға жұмсалатын шығындар құрылғыға жұмсалатын шығындардың 5%-ын құрайды:

$$К_{Ж}=0,05\times К_{Қ} \text{ (теңге)}, \quad (5.3)$$

$$К_{Ж} =0,05\times 218\ 708 =10\ 935 \text{ (теңге)}.$$

Құрылғының жеткізуге жұмсалатын шығындар құрылғы бағасынан 2% -ын құрайды:

$$К_{ЖЕТ}= 0,02\times К_{Қ} \text{ (теңге)}, \quad (5.4)$$

$$К_{ЖЕТ} = 0,02\times 218\ 708= 4\ 374 \text{ (теңге)}.$$

Құрылғының жобалауға жұмсалатаын шығындар құрылғы бағасынан 3% -ын құрайды:

$$К_{ЖОБ}=0,03\times К_{Қ}, \text{ (теңге)}, \quad (5.5)$$

$$К_{ЖОБ} =0,03\times 218\ 708= 6\ 561 \text{ (теңге)}.$$

Құрылғының буып-түю құрылғы бағасынан 0,5%-ын құрайды.

$$К' = 218\ 708\times 0,005 = 1\ 094 \text{ (теңге)}.$$

Жалпы қаражат салымы:

Ксал= 1736068+218708+10935 +4374 + 6561+1094 = 1 977 740 (теңге).

5.6.1 Пайдалану шығынын есептеу. Пайдалану шығыны байланыс жүйесінде мына формуламен анықталады:

$$Э_Ш = Э_Н + М + А + ЕАҚ + Ә_с + Н + Y, \quad (5.6)$$

мұндағы $Э_Н$ – электр қуатына кеткен шығындар;

М – материалдық шығыны және қосалқы бөлшектер;

А – өтемпұл аударымы;

ЕАҚ – еңбекті төлеу қоры;

$Ә_с$ – әлеуметтік салық;

Н – несиелерді төлеу;

Y–үстеме шығындар.

Өндірістік электр қуатын төлеу шығындары мына формуламен есептеледі:

$$Э_Н = W \times P \times N \times 22 \text{ (теңге)}, \quad (5.7)$$

мұндағы 22– 1 кВт-сағаттың бағасы;

W – өндірістік электр қуатының шығыны;

P – толық жабдықталған бір стендтің тұтынатын қуаты;

N – желіде қолданылатын қондырғылардың саны.

24 сағат және 365 күн мәндері, тәуліктік және жылдық электр қуаты шығынын ескереді.

$$Э_Н = 22 \times 24 \times 365 \times 12 \times 7 = 16\ 188\ 480 \text{ (теңге)}.$$

Қосалқы бөлшектер және ағымдағы жөндеу шығындары қаражат салымдарының 0,5%-ын құрайды:

$$М = 0{,}005 \times К_{САЛ} \text{ (теңге)}, \quad (5.8)$$

$$М = 0{,}005 \times 1\ 977\ 740 = 9\ 889 \text{ (теңге)}.$$

Өтемпұл аударымдары қаражат шығындары және MANET құрылғысының өтемпұл аударымдарының нормаларының негізінде анықталады, MANET а = 8%

$$А = a_{NGN} \times К_{САЛ} \text{ (теңге)}, \quad (5.9)$$

$$А = 0{,}08 \times 1\ 977\ 740 = 158\ 219 \text{ (теңге)}.$$

Еңбек ақы қорын есептеу. Еңбекақы қоры барлық жұмыскерлердің еңбек ақысы және сыйақы қорының қосындысы болып табылады.

Еңбек ақы қоры (ЕАҚ) мына формуламен анықталады:

$$ЕАҚ = З_{НЕГ} + З_{ҚОС}, \quad (5.10)$$

мұндағы $З_{НЕГ}$ – негізгі еңбек ақы;

$З_{ҚОС}$ – қосымша еңбек ақы.

Негізгі еңбек ақы барлық қызметкерлердің еңбек төлеміннің қосындысы түрінде анықталады:

$$З_{НЕГ} = 12 \times \Sigma З i \times Ti \text{ (теңге)}, \quad (5.11)$$

мұндағы Зі –і-ші қызметкердің күніне алатын еңбек ақысы, (теңге)

Ті - і-ші қызметкердің уақыт шығындары мен күндері.

5.2 кесте – Қызметкерлер саны мен олардың жалақысы

Орындаушы	Адамдар саны	Жалақысы, теңге
Жетекші инженер	1	70 000
Инженер	1	60 000
Оператор	1	50 000
Техник	1	40 000
Барлығы	4	220 000

$$З_{НЕГ} = 12 \cdot 220\,000 = 2\,640\,000 \text{ (теңге)}.$$

Төлем ақы қорына бөлінулер еңбек ақының 30% құрайды:

$$Зқ = 0{,}3 \cdot 2\,640\,000 = 792\,000 \text{ (теңге)}.$$

ЕАҚ мынаған тең болады:

$$ЕАҚ = 2\,640\,000 + 792000 = 3\,432\,000 \text{ (теңге)}$$

Әлеуметтік алым еңбек ақы қорының 11% мөлшерін құрайды:

$$Ә_с = 0{,}11 \cdot ЕАҚ \text{ (теңге)}, \quad (5.12)$$

$$Ә_с = 3\,432\,000 \cdot 0{,}11 = 377\,520 \text{ (теңге)}.$$

Үстеме шығындар формуласы:

$$Y = (0.3 \div 1.5) \cdot ЕАҚ \text{ (теңге)}, \quad (5.13)$$

$$Y = 0.7 \cdot ЕАҚ = 0.7 \cdot 3\ 432\ 000 = 2\ 402\ 400 \text{ (теңге)}.$$

Жалпы қанаулық шығындар 5.3 кестеде келтірілген (5.1 сурет):

5.3 кесте – Жалпы эксплуатациялық шығын

Көрсеткіш	Теңге
ЕАҚ	3 432 000
Әлеуметтік салық $Ә_с$	377 520
Өтемпұл аударымдары Ао	158 219
Электр қуат шығындары Э	16 188 480
Көрсеткіш	Теңге
Материалдық шығындар М	9 889
Үстеме шығындар Н	2 402 400
Барлығы	22 568 508

5.1 сурет – Жылдық пайдалану шығындары диаграммасы

5.6.2 Табысты есептеу Жеке табыс қосындысы:

$$Dж = Dт + Dққт \text{ (теңге)}, \qquad (5.14)$$

мұндағы Dт – табыс;

Dққт – қызметтің қосымша түрлерінің түсетін табысы.

АТС-тың табыс абоненттік төлем және әр абоненттік топтағы нөмірлер санының негізінде анықталады:

$$Dт=\Sigma(ti+Ni) \text{ (теңге)}, \quad (5.15)$$

мұндағы ti - i-санатындағы бір нөмір үшін абоненттік төлеу;

Ni – әр абоненттік топтағы нөмірлер саны.

Жобаланып отырған телефон станцияларындағы келесі абоненттердің санаттары бар:

- ауыл шаруашылық секторы;
- Na/ш= 7424 номір;
- пәтерлік сектор;
- Nпәт=31046 номір;
- Бір нөмір үшін абоненттік төлеу:
- ұйымдары үшін – 5,6 USD;
- халықы үшін -2,6 USD;
- 1 USD = 328 теңге.

Dт = 12 × (5,6 × 7 424+2,6 × 31 046) =1 467 528 USD =481 349 184 (теңге)

АТС өз абоненттеріне тағыда басқа қосымша қызметтерді көрсетеді, яғни АТС-тың қосымша қызметтер табысы болады, бұл тарифтік табыстың 14%-ын құрайды.

Dққт = 0,14 × 1 467 528 =205 453,92 USD = 67 388 885,8 (теңге).

Жеке табыс көзі:

Dж = 1 467 528 +205 453,92 =1 672 981,92 USD = 548 738 070 (теңге).

Жобалап отырған бекеттеріміздің сыйымдылығы қазіргі бекеттердің сыйымдылығынан үлкенірек болып келетіндіктен бір телефон жабдығын орнату халық үшін 100 USD құрайды, ұйымдар үшін 250 USD. Сандық желіні пайдалануға енгізгеннен кейінгі табысы:

Dе.к. =100 × 11582+250 × 2394=1 756 700 USD = 590 251 200 (теңге).

5.6.3 Өтімділік мерзімін есептеу. Өтелу мерзімін есептеу үшін абсолюттік экономикалық тиімділіктің мәндерін білу қажет. Абсолюттік экономикалық тиімділік табыс және қаражат салымдарының арасындағы қатынасы ретінде анықталады.

$$E=П/К , \quad (5.16)$$

мұндағы П – пайда;

К- қаражат салымы.

Пайда көзі мына формуламен анықталады:

$$П = Дж - Э \text{ (теңге)}, \quad (5.17)$$

$$П = 548\ 738\ 070 – 22\ 568\ 508 = 526\ 169\ 562 \text{ (теңге)}.$$

Таза пайда мына формуламен анықталады:

$$П' = П \times 0{,}2 \text{ (теңге)}, \quad (5.18)$$

$$П' = 526\ 169\ 562 \times 0{,}2 = 105\ 233\ 912 \text{ (теңге)},$$

$$Е = \frac{П'}{ΣК} \times 100\%, \quad (5.19)$$

$$Е = 105\ 233\ 912 / 1\ 977\ 740 \times 100\% = 53{,}21\%,$$

$$Е = 53\ \%.$$

Есептік өтелу мерзімі тиімділікке кері шама ретінде аңықталады:

$$Т = 1/Е \times 100\%, \quad (5.20)$$

$$T = 1/53 \times 100\% = 1 \text{ жыл } 8 \text{ ай}.$$

MANET және Wi-Fi Mesh желілері жобаларының енгізудің өтелу қабілеттілігі телекоммуникация саласына ыңғайлы.

Желілерді енгізудің экономикалық тиімділігінің диаграммасы 5.2 суретте көрсетілген. MANET және Wi-Fi Mesh желілерінің технологиялары станциялар бір бірінің қызмет көрсету аймағынан тыс жерде орналасқан кезде, байланыс орнатуға мүмкіндік беретін желілер деп айтуға болады.

5.4 кесте – MANET желісін енгізудің экономикалық тиімділігі

Көрсеткіштер аты	Мәндері
Қаражат шығындары, мың теңге	1 977 740
Пайдалану шығындары, мың теңге	22 568 508
Әлеуметтік салық, мың теңге	377 520
Өтемпұл аударымдары Ао, мың теңге	158 219
Материалдар және бөлшектер, мың теңге	9889
Электр қуатының шығындары, мың теңге	16 188 480
Үстеме шығындар, мың теңге	2 402 400
Таза табыс, мың теңге	105 233 912
Абсолютті экономикалық тиімділіктің коэффициенті, %	53
Жобаның өтелу мерзімі, жыл	1 жыл 8 ай

5.2 – сурет. Желінің енгізудегі экономикалық тиімділігінің диаграммасы

5.7 Экономикалық бөлімі бойынша қорытынды

Берілген жобаның басты мақсаты өздігінен ұйымдастырылатын мобильдік желінің (MANET) және Wi-Fi Mesh желісін ұйымдастыру болып табылады. Соған байланысты мен кәсіпкерлік-жоспарға өнекәсіптерге алыс және жақын болашаққа қойылған мақсаттар мен есептерін есептедім, экономикалық жағдайының, өндірісінің күшті және әлсіз жақтарының бағалауын, нарықты талдау мен қажеттіліктер туралы ақпараттар жайында талдау жасадым. Жобаға қойылған мақсаттарға жетудің ресурстарын бағалау және бәсекелестік шарттарын қарастырдым. Жобаның өтелу мерзімі 1 жыл 8 айды құрады, тиімділік көрсеткіші 53% құрады. Осы көрсеткіштерге байланысты жоба орынды екенін көруге болады. MANET және Wi-Fi Mesh желілері болашақта тұтынушылардың қызмет санының өсуіне қол жеткізуін қамтамасыз етеді.

Қорытынды

Дипломдық жобаның бірінші бөлімінде желінің қамту аймағын кеңейтуге арналған және жылжымалы станциялардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ететін технологиялар, яғни MANET және Wi-Fi Mesh желілері сипатталды.

Екінші бөлімінде MANET және Wi-Fi Mesh желілерінің технологиялары, байланысты басқару механизмдері және олардың хаттамалары қарастырылды.

Үшінші бөлімінде байланысты басқару механизмдері зерттелді. Байланысты басқару механизмдерінің тиімділік көрсеткіштері, олардың аналитикалық және имитациялық модельдері тұрғызылды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде MANET және Wi-Fi Mesh желісінің құрылғыларымен жұмыс істеген кездегі еңбектің қауіпсіздігі мен электромагниттік толқындардың және шудың әсері талқыланды, шу деңгейі есептелді.

Экономикалық бөлімде MANET және Wi-Fi Mesh желілерін енгізудегі жылдық пайдалану шығыны және желіні ұйымдастырудан түсетін табыс көлемі есептелінді.

Қорыта келгенде, қазіргі жағдайды талдау, зерттеу өткізілген, таңдалған тақырып өзектілігі расталды және жобаның жобалау перспективалылық дамуын көрсетеді.

Қысқартулар тізбесі

MANET – Mobile Adhoc NETworks, өзін - өзі ұйымдастыратын мобильдік желі;

WSN – Wireless Sensor Networks, сымсыз сенсорлы (телеметрикалық) желі;

OLSR – Optimized Link State Routing – қосылулар жөнінде мәліметтерді пайдаланатын оңтайлы маршрутизация;

AODV – Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing - маршруттардың ұзақтығы туралы ақпаратты пайдаланатын реактивті маршруттау хаттамасы;

DSDV – Destination-Sequenced Distance Vector - маршруттардың ұзақтығы туралы ақпаратты пайдаланатын белсенді маршруттау хаттамасы;

OSPF – Open Shortest Path First - қысқа жолды таңдау маршрутизациясы;

NHDP – Neighborhood Discovery Protocol - көршілес станцияларды табу хаттамасы;

QoS – Quality of Service, қызмет көрсету сапасы;

Wi-Fi – Wireless Fidelity, сымсыз байланыс жүйесі;

MPR – MultiPoint Relay – көпнүктелі ретрансляторалар;

MBCA – Mesh Beacon Collision Avoidance - бикондардың қақтығыстарын болдырмау механизмі;

TBTT – Target Beacon Transmission Time – келесі биконды жіберу уақыты;

HWMP – Hybrid Wireless Mesh Protocol – сымсыз Mesh желісі үшін гибридті протокол;

PREQ – Path REQuest

PERR – Path REPly

RANN – Root ANNouncement-түбірлік станция жайла хабарландыру;

NS-3 – Network simulation.

Әдебиеттер тізімі

1 IEEE Standard for Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, 2007.

2 Mobile Ad-hoc Networks (rnanet): Tech. rep., IETF: 2008. URL: http://www.ietf.org/ html.charters/manet-charter.html.

3 IEEE 802.11s STANDARD for Information Technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications Amendment: Mesh Networking [Electronic resource], 2011.

4 Jacquet Philippe, Clausen Thomas. Optimized Link State Routing Protocol (OLSR). IETF, 2003. — October. URL: http: //www. ietf . org/rf c/rf c3626. txt.

5 Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing Protocol: Tech. rep.: IETF MANET Working Group, 2003. — July 2003. Expiration: August 17, 2003. URL: http: //www. ietf . org/rf c/ rfc3561.txt.

6 Perkins Charles E., Bhagwat Pravin. DSDV Routing over a Multihop Wireless Network of Mobile Computers // Ad Hoc Networking / Ed. by C. E. Perkins. Addison-Wesley, 2001. Pp. 53-74.

7 Ляхов А.И., Пустогаров И.А., Гудилов А.С. Проблема неравномерного распределения пропускной способности канала в сетях IEEE 802.11 // Информационные процессы. 2008. Т. 8, № 3. С. 149-167.

8 Lyakhov A., Pustogarov I., Gudilov A. IEEE 802.11 Direct links: Interference Classification and Modeling // Selected Lectures on Multiple Access and Queueing Systems. Revised Selected Papers from International Workshop on Multiple Access Communications (MA- COM-2008). Saint-Petersburg, Russia, 16-17th June, 2008. Pp. 15-24.

9 А.А. Сафонов, Е.М. Хоров, А.Н. Красилов. Анализ эффективности протокола OLSR в канале 5МГц // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2010. С. 11-19.

10 Clausen T., Dearlove C., Dean J., Adjih C. Generalized Mobile Ad Hoc Network (MANET) Packet/Message Format. IETF, 2009.

11 А.Г. Кирьянов, Е.М. Хоров, Д.М. Островский. Аналитический метод исследования механизма управления соединениями в мобильных многошаговых беспроводных сетях на примере протокола NHDP // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2011. С. 258-264.

12 Clausen T., Dearlove C., Dean J. Mobile Ad Hoc Network (MANET) Neighborhood Discovery Protocol (NHDP). IETF, 2011.-April. URL: http://tools.ietf.org/html/ rfc6130.

13 И.О. Некрасов, А.А. Сафонов, Е.М. Хоров. Анализ совместного использования про- активного и реактивного способов рассылки сетевой информации в сетях MANET // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2011. С. 1-8.

14 А.А. Сафонов, Е.М. Хоров, П.О. Некрасов. Анализ эффективности методов оптимизации рассылки сетевой информации в сетях MANET. // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2010. С. 2-10.

15 А.Г. Кирьянов, А.А. Сафонов, Е.М. Хоров. Аналитическое исследование эффективности механизмов управления соединениями в меш-сетях IEEE 802.11s // Труды конференции «Информационные технологии и системы». 2011. С. 9-16.

16 Nayebi Abbas, Karlsson Gunnar, Sarbazi-Azad Hamid. Evaluation and design of beaconing in mobile wireless networks // Ad Hoc Netw. 2011. —May. Vol. 9. Pp. 368-386.

17 А.И. Ляхов, Д.М. Островский, Е.М. Хоров. Аналитическое исследование качества соединений, открытых протоколом NHDP // Информационные процессы. 2012. Т. 12, № 1. С. 105-116.

18 В. Феллер. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Мир, 1984.

19 The ns-3 network simulator. URL: http://wuw.nsnam.org/.

20 Романов С.В. Симуляторы беспроводных MANET – сетей /Жоболов А.Н.,Прозоров Д.Е //Инфокоммуникационные технологии, 2012. - № 3 . – С.28 – 33.

21 Дейв Молта. Положение дел в индустрии беспроводных ЛВС // Сети и системы связи. - №11. – 2004.

22 Коньшин С.В., Кондратович А.П. Ұйым стандарты. Оқу – әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. КЕАҚ СТ 56023-1910-04-2014 оқу жұмыстары.

23 Базылов Қ.Б. Кәсіпорын экономикасы. Алматы, АЭжБУ, 2011.

24 Безопасность жизнедеятельности. Защита от производственного шума. Методические указания к выполнению дипломного проекта, Алматинский институт энергетики и связи.- Алматы, 1995.

25 М.К. Дюсебаев. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах (для студентов всех форм обучения) – А.; АИЭС, 2003.