

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Әлдибек Аружан

Қалалық орталарда 4G технологиярын және сигналдарға кедергі әсерлерін
зерттеу

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

тех. ғыл. канд., профессор

Е.Таштай

« 16 » 05 2019 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: Қалалық орталарда 4G технологиярын және сигналдарға кедергі әсерлерін зерттеу

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:



Әлдибек Аружан

Рецензия беруші
ҚазҰАҰ ЭҰЖА каф.

доктор PhD,
қауымдастырылған профессор

Н.Б. Әлібек

« 02 » 05 2019 ж.



Ғылыми жетекші

ЭТЖТ каф. техн. ғыл.

маг.,

ассистенті

Ж.М. Досбаев

« 13 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті


Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі
тех/ғыл.канд, профессор

 Е.Таштай
« 04 » 02 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Әлдібек Аружан

Тақырыбы Қалалық орталарда 4G технологиярын және сигналдарға кедергі әсерлерін зерттеу

Университет ректорының “ 16 ” 10 № 1162-б бұйрығымен бекітілген
Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі “ 14 ” 04 2019ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Ұялы байланыс технологияларын талдау, операторлар мен абоненттер үшін LTE артықшылықтары, LTE желісі үшін орташа спектрлік эффектілік
Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Операторлар мен абоненттер үшін LTE артықшылықтары

б) Негізгі станция eNode Band LTE жағдайдың таңдауы

в) eNB ауданының аумақтарына орналасқан жиілік аумақтық бөлу және ситуацияның орналасуы

г) Қалалық орталарда LTE технологиясында 4G байланыс желісін жобалаудың экономикалық маңыздылығы

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)


Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 21 атау


дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
LTE технологиясының жалпы сипаттамалары, LTE технологиясында қолданатын технологиялар	8.02.2019	МДК
LTE желісін басқаратын жабдықты таңдау, LTE Көлік желісінің коммутациялық жабдықтарын өндіруші компаниялар сипаттамасы	22.03.2019	МДК

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	Тайсариева Қ.Н. PhD., докторы, сениор лектор	13.05.05	

Ғылыми жетекшісі  Ж.Досбаев
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  А.Әлдибек
(қолы)

Күні "02" 02 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жоба қалалық орталарда 4G технологиярын және сигналдарға кедергі әсерлерін зерттеу қарастырылған. Дипломдық жобаның мақсаты, жобада қалалық орталарда 4G дамыған байланысты ұйымдастыру мәселесі қаралады. Сымсыз 4GPP LTE байланыс жүйелерінің кабельдік инфрақұрылымдық тарату жүйесіне қарағандағы басты артықшылығын көрсетіп, мемлекеттік бағдарламаға сәйкес көліктік инфрақұрылымды сымсыз кеңжолақты байланыс арқылы қамтамасыз етуді негіздеу қажет.

АННОТАЦИЯ

Этот дипломный проект предусматривает изучение технологий 4G в городских условиях и препятствий для сигналов. Целью дипломного проекта является решение проблемы организации связи 4G в городских условиях. Беспроводные системы связи 4GRR LTE должны основываться на беспроводном широкополосном доступе к транспортной инфраструктуре в соответствии с государственной программой, демонстрирующей основные преимущества системы распределения кабельной инфраструктуры.

ANNOTATION

It is a diploma project that explores the technology of 4G technology in towns and premises for signals. The graduate diploma project is a problem of organizing communication with 4G in urban situations. Wireless LAN connectivity 4GRR LTE is based on a wireless broadband access to the state-of-the-art software, which deploys the basic infrastructure of the broadcasting system.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
	Кең жолақты сымсыз технология	1
	4G негізгі сипаттамасы	1
.1	Мобильді технологияларды талдау	3
.2	LTE технологиясының негізгі ерекшеліктері	7
.3	Жобаланатын мәселенің негізделген қойылымы	4
.4	Транспорттық желісінің жабдықтарын таңдау	5
	LTE желісін басқару үшін жабдықты таңдау	1
.1	Электр қоректендіру құрылғысын таңдау	5
.2	Желінің өткізетін жолағын есептеулер	9
	Желінің өткізу жолағының есептері	9
.1	Оптикалық кабельдерді таңдау	3
.2	Пайдаланылатын қуат есебі	5
.3	Қалааралық LTE желісі үшін радиожабдықтар есебі	3
.4	Қорытынды	8
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	9

КІРІСПЕ

Байланыс технологияларын жедел дамытудың бірінші кезеңі ұялы байланыстың дамуы, сондай-ақ Интернеттегі қоғамдық мүдде. Интернет заманауи әлемде ақпарат алмасуда маңызды рөл атқарады. Адамдардың ғаламдық желісі арқылы көптеген мүмкіндіктер бар: жұмыс, оқу, сөйлесу, бейнежазбалар көру және он-лайн бизнес пен мемлекеттік органдармен байланыс.

Қазақстан Республикасындағы Интернет тұрақты түрде дамып келеді. Республика қалаларында Интернетке ақылға қонымды баға бойынша қосылу мүмкіндігі бар. Сонымен қатар, қала тұрғындары сымды және сымсыз желілер арасында таңдай алады.

Сымсыз жергілікті желілер енді сымды желілерге қосымша бәсекелес шешімдер ретінде қарастырылады. Жергілікті сымсыз жергілікті желілермен байланыс әрдайым орындалған жоқ: 90-шы жылдардың соңына қарай көптеген жергілікті желілер сымсыз технологияға көшудің арқасында белгілі болды. Сымсыз жергілікті желілердің артықшылығы - олар арзан және қарапайым, оңай айырбасталатын және қосылған. Тағы бір артықшылығы - тұтынушылардың мобильділігі. Бірақ бұл жеңілдіктер үшін сымсыз желілер тұрақсыз ортада сымсыз ортаны көрсететін ірі, орташа ортада есептеледі.

Сымсыз жергілікті желілер күрделі және арзан сымды желілік қосымшалар үшін перспективалы. Жергілікті сымсыз желілерді пайдаланудың негізгі бағыттары:

а) үйге сымды кіру рұқсатынсыз балама байланыс операторларына қол жетімділік;

б) әуежайда, темір жол станцияларында және т.б. ; қолжетімділігі;

б) заманауи кабельдік жүйелерді орнатпай ғимараттарда жергілікті желілерді ұйымдастыру, мысалы, керемет интерьері бар тарихи ғимараттарда;

в) конференциялар сияқты уақытша жергілікті желілерді ұйымдастыру;

г) жергілікті желіні кеңейту.

Кейде ғимарат объектісі, мысалы, экспериментальды зертхана немесе шеберханасы басқалардан оқшаулануы мүмкін. Осы ғимараттарда шағын жұмыс орындары кабельдерді пайдасыз етіп жасайды, сондықтан сымсыз қосылыс жойылады.

LTE технологиясы Қазақстанда 4G LTE деректерді беру технологиясы негізінде іске қосылды және бизнеске, ойын-сауыққа, байланысқа, оқытуға және жаһандық желі мүмкіндіктерінің толық ауқымына арналған жоғары жылдамдықты Интернетке кіру үшін ALTEL 4G брендімен Қазақстанда іске қосылды. инновациялық өнімдерді жеңіл және тиімді ұсынуға мүмкіндік береді. LTE технологиясы деректерді бұрынғы технологияларға қарағанда 10 есе жылдамырақ жіберуге мүмкіндік береді [1].

ALTEL 4G - бұл жаңа коммуникациялық мүмкіндік. LTE жылдамдығы, байланыс сапасы және ыңғайлы қарым-қатынас тұжырымдамалары бар бірегей технология.

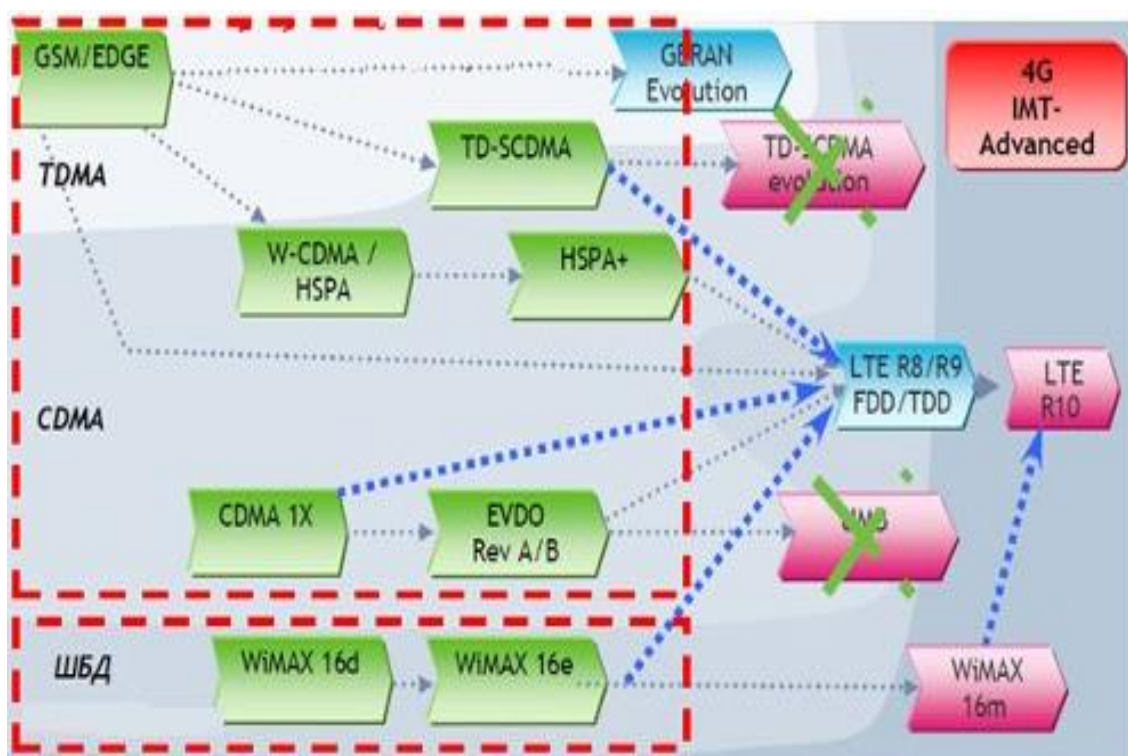
ALTEL 4G мүмкіндіктері абоненттерге өздері үшін, өз әлемі, қарым-қатынасы, достық, махаббат және тағы басқа нәрселерді табуға мүмкіндік береді. Технология әлемін өзгерту ALTEL4G әлемді өзгертеді, жаңа мүмкіндіктер ашады, күтпеген эмоциялар мен эмоцияларды ашады. ALTEL 4G жылдамдығы мен сапасы басқа мобильді Интернет-технологияларға қарағанда әлдеқайда жоғары.

LTE-тің барлық жабдықтары мобильді интернетті пайдаланғысы келетін барлық пайдаланушылар үшін Интернет желісіне қатынау үшін ыңғайлы және ыңғайлы болу үшін арнайы әзірленген, бірақ бұл әлі де қиын. Жабдық бәрін жасайды, ол автоматты түрде желіге ауысады.

1 Кең жолақты сымсыз технология

1.1 4G негізгі сипаттамасы

Жеке компьютерлік индустрия немесе басқа ұқсас технологиялар ұялы байланыстың айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді. Ұялы әлемде барлығы анық: 1G (бірінші буын) - аналогтық байланыс (NMT стандарт). 2G (GSM және CDMA стандарттары) схемалық сандық байланыстың ұрпақтары болып табылады. 3G үшінші ұрпағы (UMTS стандарты) - схеманы коммутациялау және пакеттік деректерді беру. 3G - ұялы телефон. 4G ұялы байланысының жаңа буыны алға жылжып келе жатқан сияқты. Демек, 3G 4G алады.

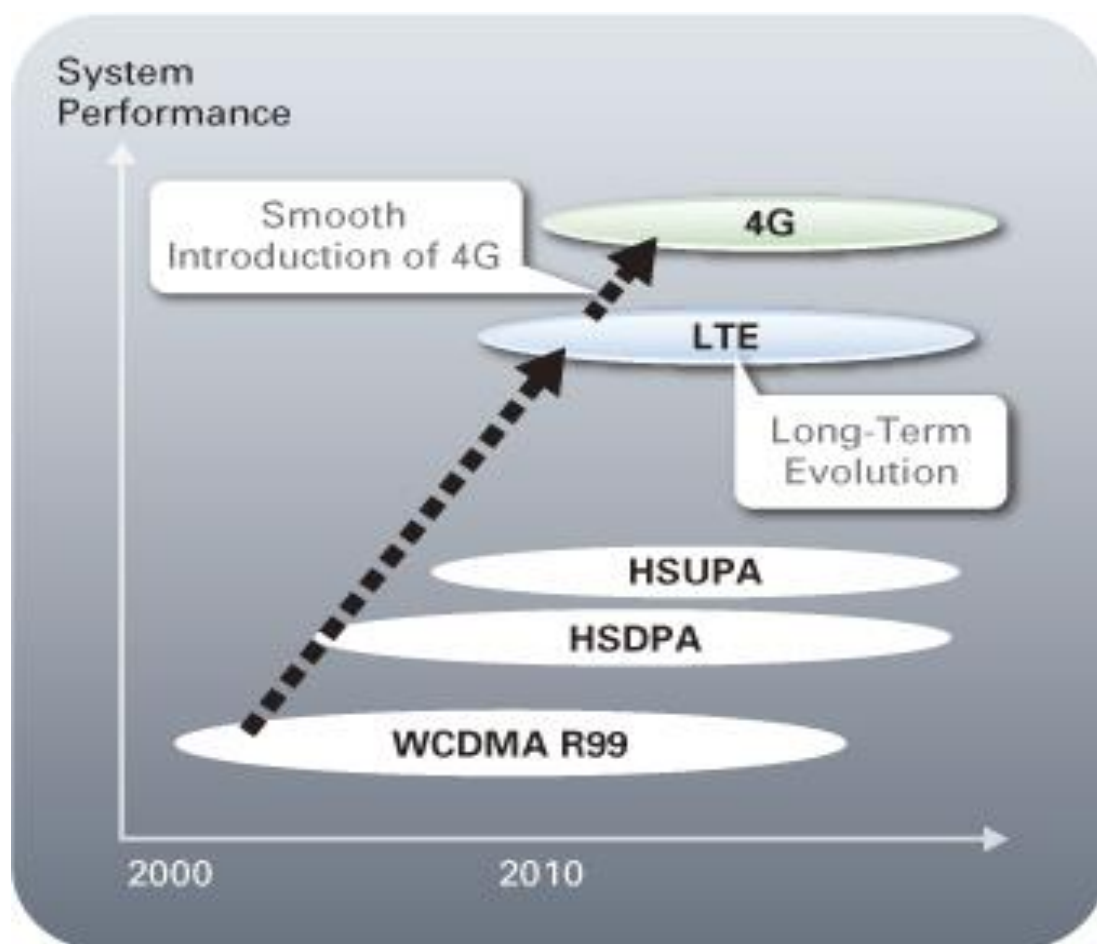


Сурет 1.1 — Ұялы байланыс технологиясының дамуы

4G - бұл жоғары жылдамдықты, сапалы әрі болашаққа бағытталған дауыстық байланыс. Төртінші буында ұялы байланыс абоненттері 100 Мбит / с дейінгі жылдамдықпен және 1 Гбит / с жылдамдықпен перспективті технологияларды таңдады. 4G желілеріне 100 Мбит / с дейінгі жылдамдықтағы деректерді тасымалдауға мүмкіндік беретін технология. 4G - сымсыз кең жолақты технология, Wi-Fi (осы стандарттың ең жылдам стандарты), WiMAX интернет жылдамдығы (1 Гбит / с). Қазіргі әлемдегі хабар тарату (2G) - 240 Кбит / с GSM стандартының стандартты шектеуі. 3G үшінші ұрпағы 7-14 Мбит / с жылдамдыққа ие.

Төртінші буын желісі үшінші ұрпақтан ерекшеленеді, 4G технологиясы деректерді беру протоколдарына негізделген және 3G дауыстық трафигіне және деректер синтезіне негізделген. Халықаралық электробайланыс одағы сымсыз технология ретінде 4G анықтайды, ол екі ұялы құрылғы арасында 1

Гбит / с дейінгі деректер жылдамдығын және 100 Мбит / с дейін қамтамасыз етеді. 4G-да деректерді беру IPv6-ға негізделген (IP-нұсқасы 6). Бұл желіге қосылуды жеңілдетеді. Қажетті жылдамдық үшін пайдаланылатын жиілік - 40 ГГц және 60 ГГц. Алынған жабдық алушылар 4G қабылдау кезінде тексерілуі керек хабарларда ортогоналды OFDM жиілігін тарату арқылы анимациялық технологияны қолданыңыз. Бұл әдіс деректерді кедергісіз немесе бұзылысыз азайту үшін сигналды басқаруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ортогоналдылықты жиіліктерге бөлуге болады: әрбір тасымалдаушы толық толқынның нөлдік мәнімен сәйкес келеді. Бұл олардың өзара әрекеттесуіне, сондай-ақ жиілік спектріне тиімді әсер етеді. Ол әлдеқайда қабілетті деректерді беретін сигнал беру фазасының (PSK және оның қондырғылары) немесе амплитудалық жабық модуляцияның (QAM) максималды жиіліктер өткізу жолағын қысу үшін қолданылады. Нақты түрі жылдамдық пен қабылдауға байланысты. Сигнал параллельді ағындар көлеміне бөлінеді және қабылдау барысында жиналады [3].



Сурет 1.2 – 4G дамуы

Кесте 1.1-- 3G/4G технологияларын салыстырмалы кесте

Технология	Нарыққа Шығу уақыты	Ақпаратты тарату жылдамдығы (DL)	Ақпаратты Тарату жылдамдығы (UL)
3G/UMTS/WCDMA (5 МГц)	2001 ж.	384кб ит/с	384кбит/с
UMTS/HSDPA	2005 ж.	7,2Мб ит/с	384кбит/с
UMTS/HSUPA	2007 ж.	7,2Мб ит/с	5,8Мбит/с
UMTS/HSPA+	2009 ж.	42Мб ит/с	11,5Мбит/с
3G/CDMA 2000 1x (1,25 МГц)	2000 ж.	153кб ит/с	153кбит/с
CDMA 1xEV-DO Rel. 0	2002 ж.	2,4Мб ит/с	153кбит/с
CDMA 1xEV-DO Rev.A	2006 ж.	3,1Мб ит/с	1,8Мбит/с
4G/LTE/SAE (Rel.8,9) (20 МГц)	2011 ж.	173М бит/с	58Мбит/с
4G/LTE-Advanced (Rel.10)	>2012-2018 ж.	1Гбит/с	100Мбит/с

1.2 Мобильді технологияларды талдау

IEEE 802.16 стандартына сәйкес, IEEE 802.16 стандарты 50 километрге дейінгі диапазонға ие, бұл мүмкін емес болса да, қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді және бір базалық станцияға деректерді 70 Мбит / с дейінгі жылдамдықпен және 6-ға дейінгі секторлардың деректерімен алмасуға мүмкіндік береді. (бұдан әрі «өзара байланысты желілер» деп аталады), екіншіден, 10-66 ГГц жолағында пайдаланылатын бірінші жиілік диапазоны (бұдан әрі «микротолқынды пеш» деп аталады). WiMax желілік жабдықтары 2-11 ГГц жиілігінде 10 МГц жиіліктер белдеуі бар бірнеше жиілік арналарында жұмыс істейді.

WiMAX (Микротолқынға қол жеткізу үшін бүкіл әлем бойынша үйлесімділік) кеңжақты кеңжақты қосылыс (ұялы жұмыс станциялары және ұялы телефондар) үшін телекоммуникациялық технология. IEEE 802.16 стандарты қала ішінде 50 шақырым радиуста сымсыз желіні және кең

жолақты сымсыз қатынауды (BWA) қызметтерді ұсынады. WiMAX және LTE желілерін салыстыру: екеуі де 3G желілік класына жатады. Ол MIMO технологиясын да, OFDM технологиясын да пайдаланады. Максималды жылдамдық (шамамен): WiMAX 100 Мбит / с дейін 300 Мбит / с. WiMAX желілері нөлге тең болуы керек және LTE тек жаңартылған құрылғылар қажет.

Кесте 1.2– LTE және WiMAX технологияларының негізгі көрсеткіштері

Мінездеме	LTE	WiMax	Жүйеге әсері
Көпстанциялы мүмкіндік	OFDMA DL-ға SC-FDMA UL-ға	OFDMA DL-ға UL-ға	SC-FDMA: ик-фактор төмендейді, терминал қысқарады, КПД жоғарылайды
Жиіліктік ресурстардың диспетчеризациясы	Селективті	Рандомизированды	Жиілікті селективті диспетчеризация – қосымша энергетикалық ұту
Қызметтік ақпарат	Салыстырмалы кіші заголовок	Үлкен заголовок	Заголовканың төмендеуі спектрлік эффективті жоғарлатады
HARQ –ге пакеттің бірігуі	Incremental Redundancy	Chase combining	Incremental Redundancy қолдануда қосымша энергетикалық ұтым
Пакеттерді өңдеудің кідіруі	10 мс	30 мс	LTE жүйесінің қысқартылған құрылымы кідірісті азайтады
Жүйенің арнаға бейімделуі	Жоғары дәлдік (1-2дБ)	Қатаң түзету(2-3дБ)	Жүйенің бейімделуі Спектрлік эффективті жоғарылатады
Қуатты басқаруы	Бөлікті қуатты басқаруы	Классикалық алгоритм	Бөліктік басқару шеткі өткізу жолағы мен сота саны арасындағы
Жиілікті қайта қолдануы	Коэффициент 1	Коэффициент 3	Төменгі коэффициент, спектрлік эффектив жоғары
MIMO жүйесі	CL-MIMO, параллельді кодтау	MIMO кері байланыссыз	MIMO алдын кодтау, кері байланыс, SIC қосымша энергетикалық ұтым

Кесте 1.3 – LTE және WiMax жүйелерін салыстыру сипаттамалары

Параметрлері	LTE	WiMax
Стандарт	3GPP Release 8	IEEE 802.16e
Дуплекс	TDD	TDD
Жиілік диапазоны	2.3 ГГц	2.3 ГГц
TDD,DL UL қатынасы	1.1	3.2
Жүйе жолағы	15 МГц	15 МГц
Жиілікті қайта қолдануы	1	3
BTS сектор саны	3	3
Сектордың жолағы	15 МГц	5 МГц
MIMO жүйесі төменгі арнаға	2×2	2×2
MIMO жүйесі жоғарғы арнада	Апарылған қабылдау	Апарылған қабылдау
Базалық станцияның антеннасының биіктігі	25 м	25 м
UE биіктігі	1.5 м	1.5
Қызметі	Ақпаратты тарату	Ақпаратты тарату

1.2.1 Абоненттер мен операторлар үшін LTE негізгі артықшылықтары

LTE технологиясы телекоммуникациялық операторлардың мүддесінде, ал желілер үшінші ұрпақ желілеріне қарағанда әлдеқайда пайдалы. LTE (жоғары өткізу қабілеттілігі және төмен сигнал үзілімі - шағын қолтаңба пакеттері үшін 5 мс дейін) жақсы жиілік спектрін пайдаланады.

Операторлар үшін LTE технологиясын енгізу негізгі және операциялық шығындарды қысқартуға, желінің жалпы құнын төмендетуге және өте жылдам арналар бойынша деректерді беру қызметтеріне байланысты қызметтер спектрін кеңейтуге мүмкіндік береді. Құрылғының бастапқы құны және WiMAX операторлары UMTS / HSPA жабдығын жабдықтау үшін бірдей маңызды.

Біріншіден, LTE технологиясы жиілік диапазонын әлдеқайда жақсырақ қолданады, сигналдың жоғары деңгейі, атап айтқанда тоқтату индикаторы 5-10 мс-тан аспайды;

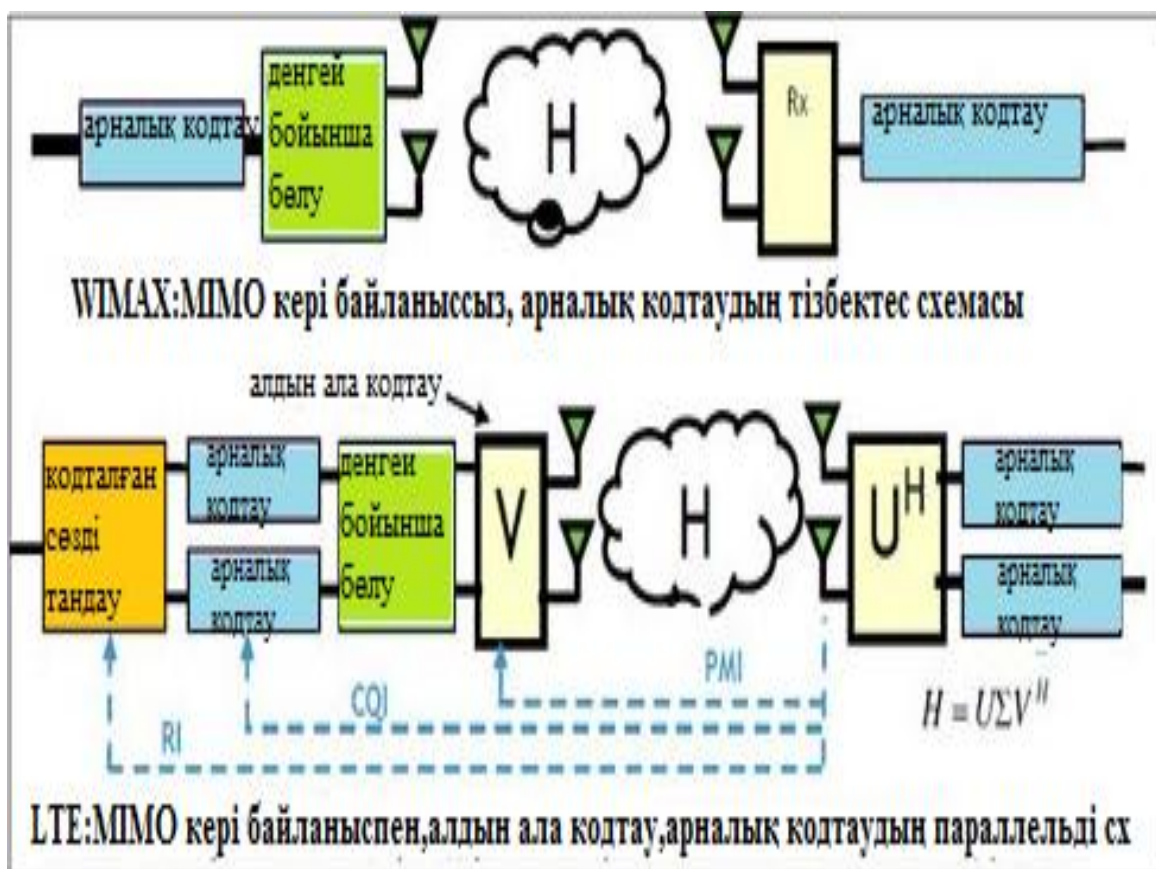
Екіншіден, шығындар үшінші ұрпақтың технологиясынан әлдеқайда аз;

Үшіншіден, деректердің ауқымы айтарлықтай өзгереді. Жоғарыда айтылғандай, өте жылдам арналар мәтіндік және бейне ақпаратпен қамтамасыз етіледі.

Таратқыш таратқыштардан MIMO жүйесіне таратқыштардың таратқышы болса, қабылдаушы және таратушы тараптар жеке сигнал ағындары үшін энергияны үнемдейтін тарату арналарын жасай алады, бұл өз кезегінде қосқыштың бюджетін айтарлықтай арттырады.

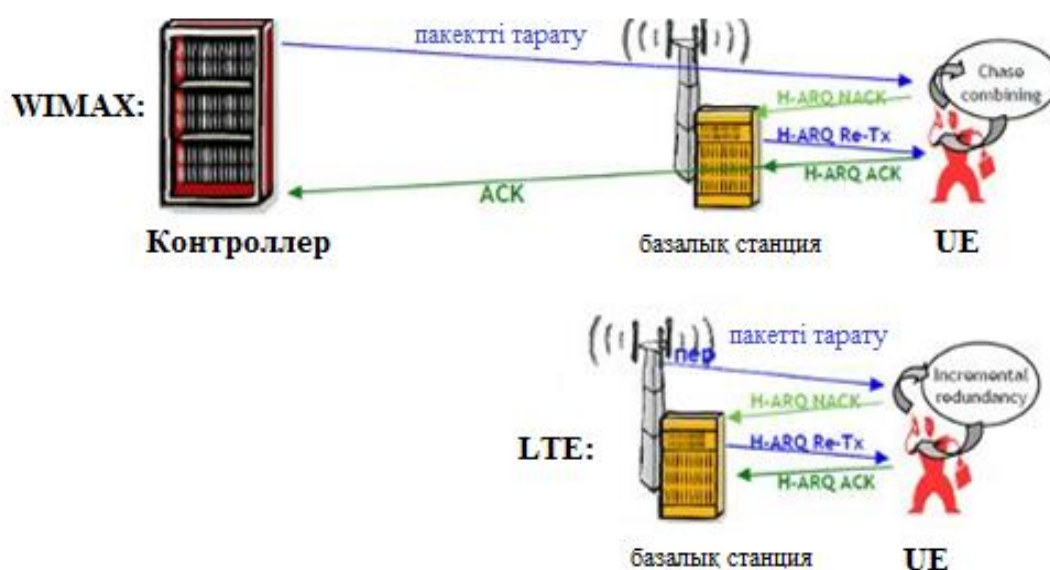
LTE-де дәл сол принцип CL-MIMO-мен тікелей байланысқан MIMO схемасына қолданылады (жабық цикл MIMO). Ресиверде тиісті матрицалық код жазушы арнаны бағалаудан кейін каналды бағалаудан кейін таратқышқа PMI код матрицасының нөмірін жібереді. WiMAC-те MIMO кері байланыстары ескерілмейді.

Бұл жүйелерде ескі MIMO өңдеу арнасының кодтау схемасы басқаша. WiMAC біртіндеп кодтау болып табылады және LTE параллель болып табылады. Параллель схемадағы ақпарат демультимплексирленген, олардың әрқайсысы жеке шуылға төзімді кодтауға әсер етеді. Шифрланған ағындар MIMO диаграммаларына бағынады. Алушы кері қайтаруға болатын кодты алғаннан кейін, ол кері байланысқа кері мәміле алады және алушы алушыны MIMO алушылардан алады. Аралас MIMO демодуляциясы және шифрлау кодтау қабылдағыштың жұмысын жақсартатын және шуылдан-шуыл қатынасын азайтатын итеративті алгоритмде қабылданады. Бұл алгоритм біртіндеп SIC (интерференцияны кейінге қалдыру) дегенмен демодуляция алгоритмі ретінде ауыстырылады [4].



Сурет 1.3 – WiMAX және LTE жүйесіндегі MIMO сұлбасы

Екі жүйе HARQ (гибридті автоматты қайталау реакциясы) қайта бөлу процедурасын қолданады (3-сурет). Жеңілдетілген LTE архитектурасының арқасында WiMAX пакеттері 10 мс дейін 30 мс дейін қысқартылды (WiMAX базалық станциясының контроллері LTE әдетте орналасқан). Бұдан басқа, бұл әр түрлі процедуралар технологиялық пакеттерге арналған пакеттерді біріктіру үшін қолданылады: «Коаксиалды интеграция» - WiMax және LTE үшін «Incremental Redundancy». Біріктіру үрдісінде пакетті қайталау жеңілдетіліп, қуат құрылымы қайта іске қосылады. Кейіннен қайта тағайындау процесінде осы процестегі бит кодтау үлгілері жоғарылайды. Декодтау құрылымында пакеттегі нөмір әр кейінгі бит коды болып табылады. Екінші әдіс тиімді және тиімсіз энергия болып бөлінеді.



Сурет 1.4 – HARQ процедурасы

1.3 LTE технологиясының негізгі ерекшеліктері

LTE (Long-Term Evolution) - бұл 3G желісінің дамуының қисынды жалғасы. Әлемдегі мобильді байланыс жүйелерін дамыту перспективалары анықталды. Бұл технологиялар ұялы желілерде деректерді беру жылдамдығын арттырады (90 теориялық).

LTE 3GPP талаптарына жауап береді және оларды асып түсетін әмбебап технология болып табылады. Кіріс каналындағы деректерді беру жылдамдығы 100 Мбит / с-ден асады, ал радио жұбы (RAN) - 10 мс-тен кем. Өткізу жиілігі 5-20 МГц диапазонында пайдаланылатын өткізу қабілетін негіздейді. Жиілік дуплексті (FDD) жиілік бөлу және уақыт бөлу (Time-Division Duplex, TDD).

Ұялы желілерге (бұрынғы ұрпаққа) релинг және роумингке қол жеткізу абоненттерге кез келген уақытта мүмкіндік береді. Операторлар кеңжолақты және кең жолақты шешімдерге жауапты болғандықтан, коммерциялық операторлар LTE технологиясын, соның ішінде мультимедиялық қызметтерді біріктіре алады.

Жаңа буын сымсыз желілерінің ұрпақтары келесі 3G технологиялары болып табылады - жоғары жылдамдықпен деректерді беру технологиясына негізделген технологиялар. Тиісті стандарт 3GPP халықаралық серіктестігі әзірледі. LTE стандартының мақсаты ұялы желіні оңтайландырудан (базалық станциядан тұтынушыға дейін) және шығыс арна бойынша 75 Мбит / с дейін пакеттік деректерді жеткізу болып табылады. Жылдамдығы өте жылдам. Бұған дейін деректердің ең төменгі жылдамдығы 100 Мбит / с кем болмауы керек, ал пайдаланушы 4M4 МИМО антеннасын 50 Мбит / с және 300 Мбит / с дейінгі жылдамдықта пайдалануға жоспарлайды. LTE жоғары өткізу қабілеттілігін, жоғары өткізу қабілеттілігін және дифференциалды (минус) пайдаланады. Деректерді беру жылдамдығын жоғарылату жаңа мультимедиялық қызметтердің таралуын жеделдету үшін көрсетілетін қызметтердің сапасын жақсартады (көп ойын, әлеуметтік желілер, интеллектуалды жүйелер және бейне конференциялар, сондай-ақ онлайн-қосымшалар). LTE технологиясы операторларға өздерінің негізгі және операциялық шығындарын қысқартуға, жалпы таза құнды азайтуға, қызметтер мен технологиялардың мүмкіндіктерін кеңейтуге және деректерді беруден түсетін кірісті арттыруға мүмкіндік береді.

LTE-ді енгізу теориялық клиентке базалық станцияға 326,4 Мбит / с дейін және 172,8 Мбит / с дейін қатынауды қамтамасыз етеді. Барлық GSM (2G) бастап басталды. GSM желілері 13-15 Кбит / с дейінгі жылдамдықты қамтамасыз етеді. ТД шоулары түрлі бейнелерді қарауды ұсынбайтын жаңалықтар көруге жарамайды. GSM желілерінің жақсартылған нұсқасы GPRS технологиясы болып табылады. Деректерді беру жылдамдығы 100-120 кбит / с дейін. Бұл технологияны 2,5 ұрпаққа жатқызуға болады. EDGE үшін келесі деңгей. EDGE GPRS-ге қарағанда 4 есе жылдам, бірақ 3G және 3G + бұрынғысынша ерте. Сондықтан EDGE 2 75G үшін бекітілген. Біз 3G желілері туралы бірнеше рет айттық, қазір LTE технологиясының басты кейіпкеріміз. LTE деректерді беру жылдамдығы 326 Мбит / с дейін, артынан 2 есе аз [6].

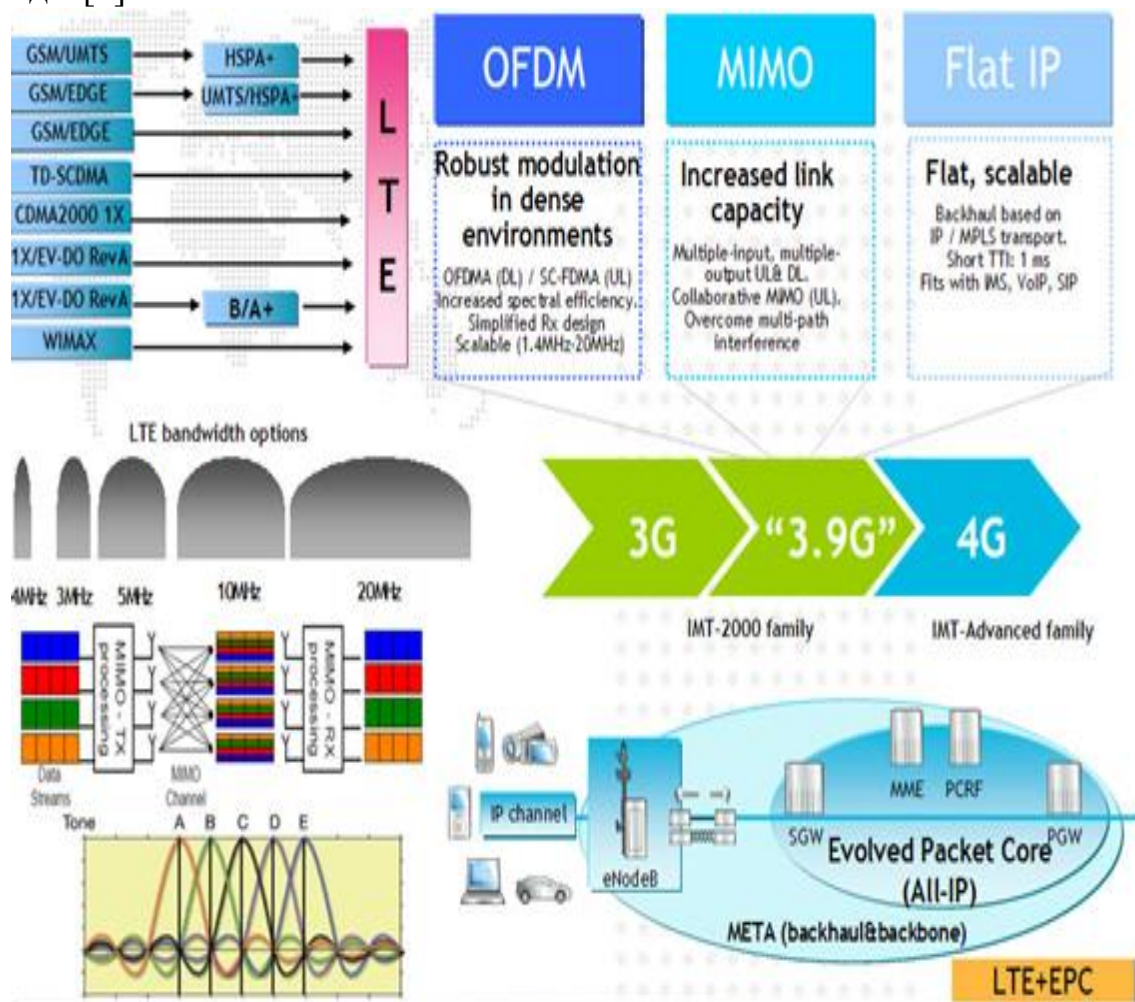
GSM (2G) екінші буынды байланыс желілеріне қатысты. Олар 5, 6-13 кбит / с жылдамдықпен қамтамасыз етеді. Ең алдымен, дауыстық трафиктің стандартты GPRS технологиясы. 2, 5G (деректерді беру жылдамдығы 56-114 кбит / с), EDGE 2, 75G генерациясы (жылдамдығы 473, 6 Кбит / с). Үшінші буын 3G желілері деректерді беру жылдамдығы 3,6 Мбит / с дейін қамтамасыз етеді. LTE технологиясы бар:

Бейне клиптер 3G және 3G + технологияларына қарағанда жақсы сапалы ұялы телефондар.

Сыртқы модемдер көмегімен қысқа уақыт ішінде түрлі мазмұнды, жоғары сапалы бейнені жаза аласыз.

- LTE технологиясын қолдайтын мобильді құрылғылардың иелері түрлі онлайн ойындар ойната алады, қысқа мерзімді үзілістер ала алады және кез-келген ақпаратты ала алады.

Ұялы байланыстың дамуы LTE технологиясын қолданумен жалғасады (Ұзақ мерзімді даму - Ұзақ мерзімді даму). LTE технологиясы SAE архитектурасы арқасында UMTS, CDMA2000 желілерінің жалғасы болып табылады [8].



Сурет 1.5 – LTE даму эволюциясы

Ұялы байланыстың дамуы LTE технологиясын қолданумен жалғасады (Ұзақ мерзімді даму - Ұзақ мерзімді даму). LTE технологиясы SAE архитектурасы арқасында UMTS, CDMA2000 желілерінің жалғасы болып табылады.

LTE қызметінің негізгі ерекшеліктері:

20 МГц жиіліктер белдеуі 32 Мбит / с жылдамдықта;

- 20 МГц-дан 86,4 Мбит / с дейінгі өткізу қабілеті бар жоғары жылдамдықты;

TDD және FDD режимінде жұмыс істеу;

- 20 МГц, 1.4, 2.5, 5, 10, 15 және 20 МГц жиіліктер белдеуі;

- HSPA 6-мен салыстырғанда спектрлік жиілікті пайдалану тиімділігі;

- 10 мс-тан аз - 100 мс-тен кем, клиенттік жабдық пен базалық станция мен белсенді емес күй арасындағы қысқа жауап беру уақыты [15].

1.3.1 LTE технологиясында қолданылатын технология

OFDMA-, LTE MIMO-технологиясы және IP-технологиясы, сондай-ақ жиілік диапазонында (1,5 МГц-20 МГц) жиілік диапазоны (450 МГц-9 ГГц) және масштабталуы. LTE архитектурасы қосылыстардың санын азайтады, сыртқы көріністі сақтайды және қызмет көрсетудің жоғары деңгейін сақтайды. Ол сондай-ақ LTE 2G / 3G желілерімен (GSM, UMTS / HSPA, TD-SCDMA, CDMA 2000) үйлесімділікті қолдайды.

OFDM-дағы сигналдан OFDM және OFDM сигналдарынан жеке деректерді жіберу. Бұл тосқауыл тек белгілі бір ақаулы әдістермен қамтамасыз етіледі және өзара ортогоналды ақпаратқа байланысты байланыс кателерін түзету алгоритмдерінің сапасын анықтайды. Соңғы жылдары OFDM Wi-Fi және WiMAX желілерінде алгоритм арқылы сыналды.

LTE ерекшелігі 2048 тасымалдайтын тасымалдаушыларды пайдаланып, басқасына 15 кг-ға дейін таратылады. Теориялық тұрғыдан LTE абоненттік терминалдары барлық 2048 сигналдарын алу үшін үйренуге тиіс, бірақ базалық станция тек қана бір бөлігін ғана пайдаланады, бұл нақты базалық станциямен бөлісуге мүмкіндік береді. OFDM модуляциясының сигнализация шарттарына байланысты QPSK 16QAM және 64QAM алгоритмдері қолданылуы мүмкін.

LTDM желілеріндегі OFDM әдісін практикалық іске асыру баяулау және қосымша қадамдар үшін әр түрлі. Бұл кері қозғалыстағы және осьтердегі аппараттық айырмашылықтардағы айырмашылықтардың айырмашылығы. Мысалы, бір оператор FDMA SC-FDMA деректерді тасымалдау әдісін пайдаланады.

Бұл бізге CDMA технологиясының (CDMA) негізіндегі үшінші буын желілерінің бірін шешуге мүмкіндік береді - қуат пен батареядан кейін төмен қуатты күшейткіштердің төмен және төмен қуат тұтынуы арасындағы елеулі айырмашылықтарды болдырмайтын, бұл жұмыс уақытын едәуір қысқартады.

LTE ұялы арнаға арнадан базалық станцияға дейін баяу арна құру үшін OFDM пайдаланады. OFDM спектралды икемділікке байланысты LTE талаптарына жауап береді, ал кеңжолақты қатынау провайдері жоғары жылдамдықты деректерді беру үшін деректерді тасымалдаудың тиімді шығындарын қамтамасыз етеді. IEEE 802.11a / b / g күн спектрін көрсететін жақсы дамыған технологиялар. 802.16, HIPERLAN-2, DVB және DAB.

OFDM беруді қамтамасыз ету үшін кең ауқымды медианы қолданады. Жеке LTE енгізу үшін негізгі кіріс арнасы көрсетілгендей 5 сағаттық цикл ретінде көрсетілуі мүмкін. Аралық Δf - 15 кГц. Бұдан басқа, OFDM символы - циклдік префикс ұзындығы $1 / \Delta f$. Proscyclical префикс әр

түрлі уақытта ауытқулармен орташа аралық ортогоналдылықты қамтамасыз ету үшін пайдаланылады.

1.3.2 LTE желісінің негізгі мүмкіндіктері

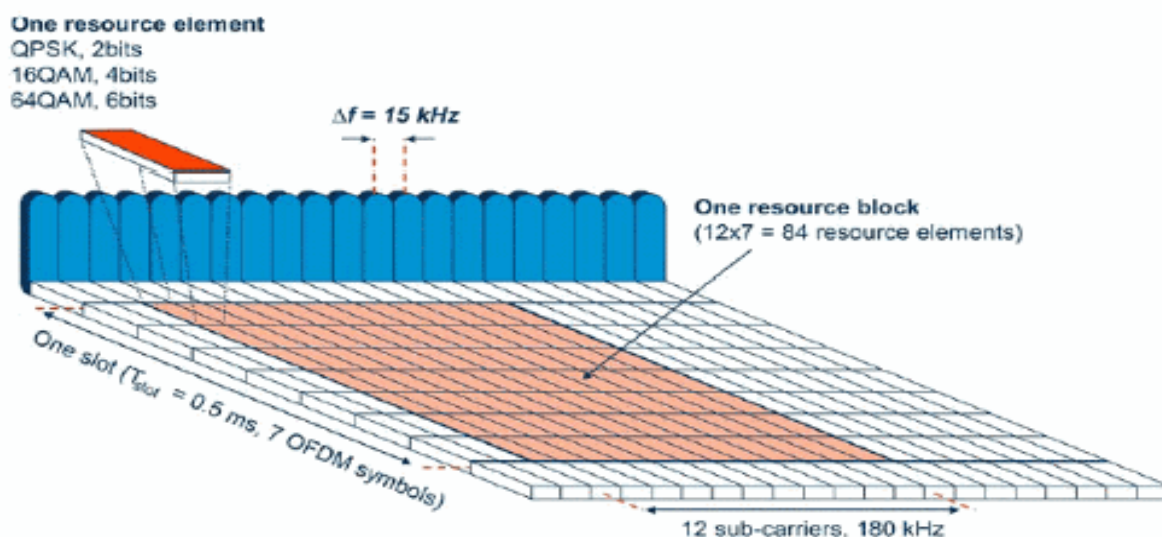
Бассейннің бір элементі - QPSK 16QAM немесе 64QAM модуляциясы. Егер 64QAM әрбір модуляция элементі үшін модуляцияны қамтамасыз етсе, 6-биттік деректерді беру пайдаланылады.

OFDM таңбалары блоктарға топтастырылған. Ресурс блоктары 180 кг және 0,5 мс жиілігін өлшейді. Трансмиссиялық уақыт интервалы (ТТИ) екі интервалдан тұрады (циклдар).

Әр пайдаланушыда уақыт шкаласында уақыт жиынтықтары бар. Тұтынушылардың саны неғұрлым жоғары болса, модуляция деңгейлері неғұрлым жоғары болса, деректерді беру жылдамдығы соғұрлым жоғары болады.

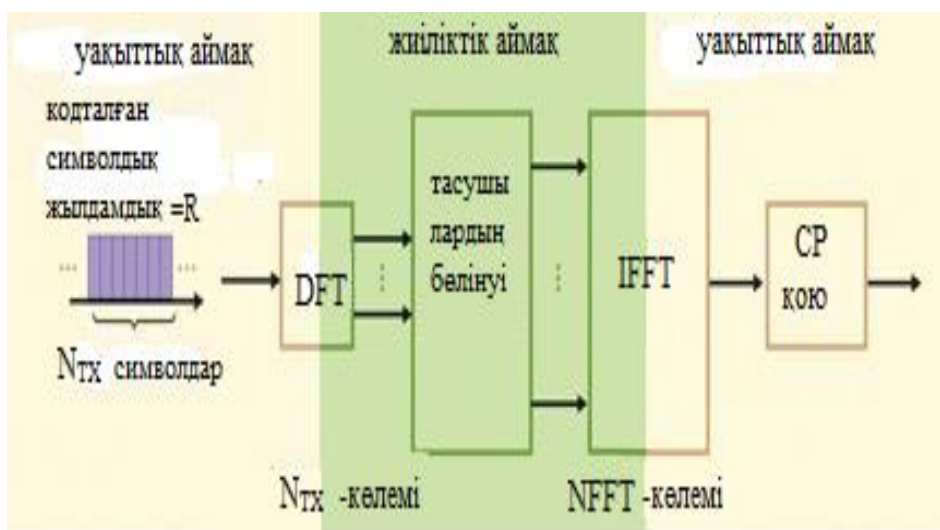
Пайдаланушыға ресурстық блоктар тағайындалғанда, кестелердің үндестіру жиілігіне тәуелділігі әзірленген механизмдерге байланысты. Енгізілген LTE пакеттері HSPA қызметтерінің көпшілігі үшін оңтайлы функционалдылықты қамтамасыз етеді.

LTE OFDM-ның кодталған нұсқасы SC-FDMA (бірфазалы фазалы тарату) болып табылады. Бұл OFDM сигналының азаюымен (PARP орташа қуат коэффициенті) өтейді. Жоғары дәлдіктегі сызықтық және тиімсіз жоғары дәлдікті күшейткіштер, PARP, қымбат терминалдар және жылдамдық батареяның қызмет етуі қажет.

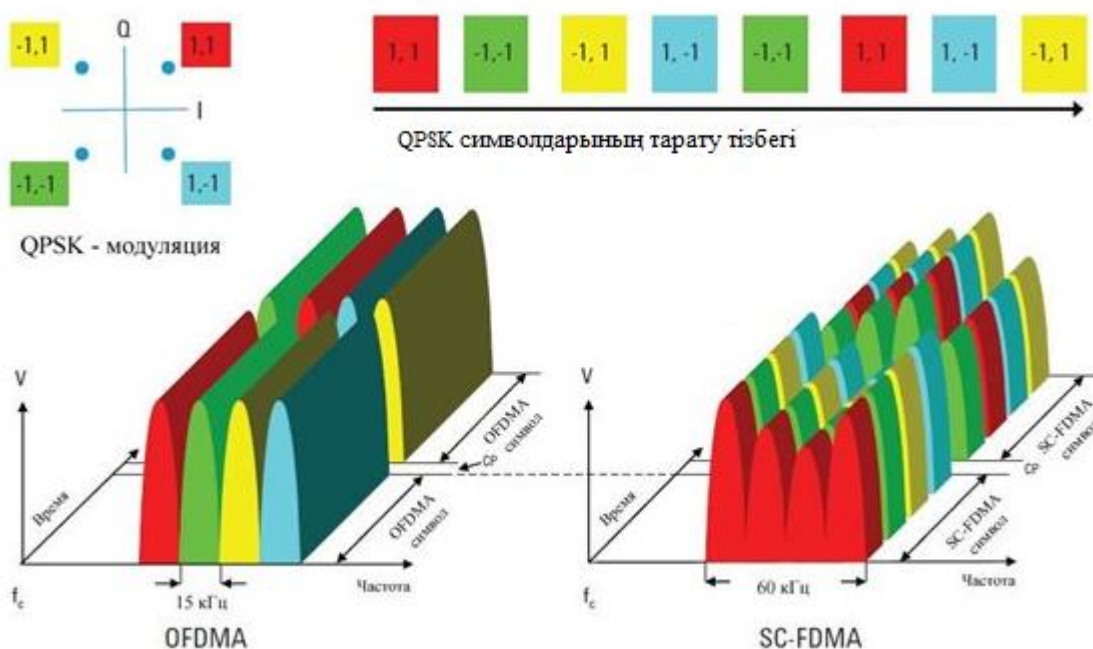


Сурет 1.6 – OFDM-ға негізделген LTE-ның кіріс арнасындағы физикалық ресурстары

SC-FDMA ресурстық блоктарды төмендетілген сызықтық талаптармен біріктіреді, сондай-ақ күшейткіштің қуат тұтынуын шешуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, PAPR шыңы мәні ұялы қамтуды және өнімділікті жақсартады.



Сурет 1.7 – SC-FDMA сигнал генерациясы

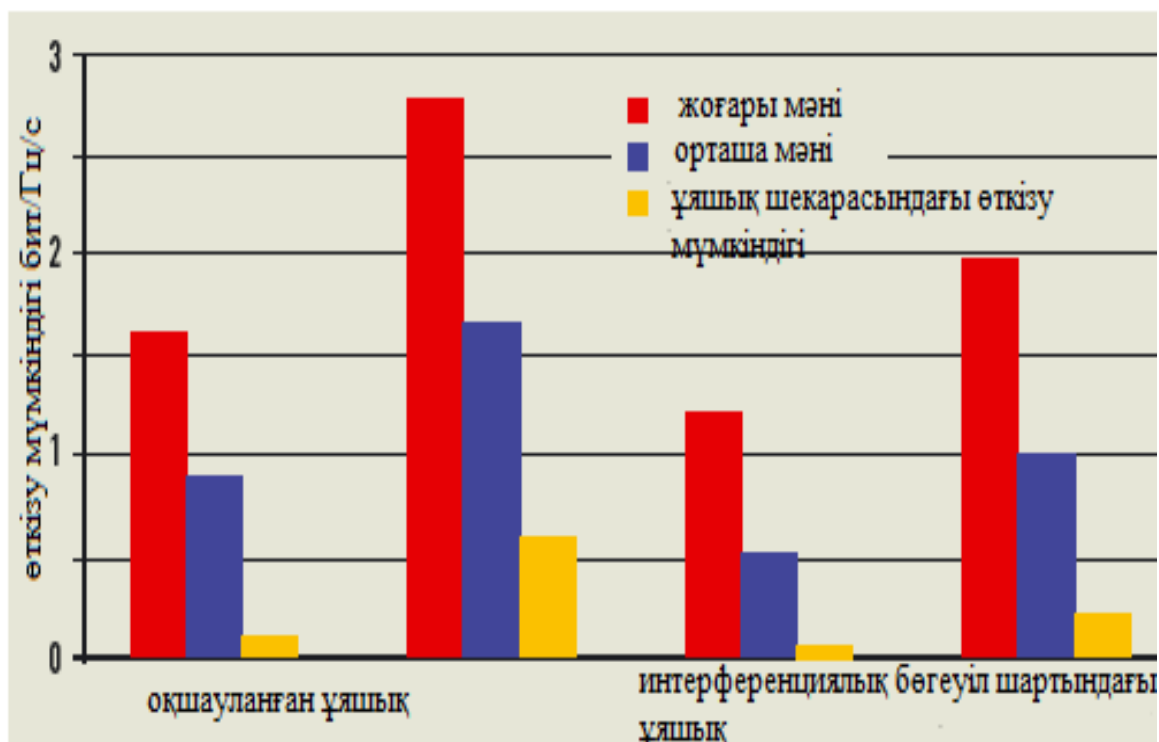


Сурет 1.8 – SC-FDMA және OFPS тарату серияларын QPSK-да салыстыру

Суреттегі уақыт белдеуі таңбалардан тұрады. Таңбалар Фурье түрлендірулерімен жиіліктер белдеулеріне айналады және белгілі бір аймақта көптеген тасымалдаушыларға таратылады. Содан кейін уақыт белдеуі үшін циклдік префиксті ауыстыру қажет.

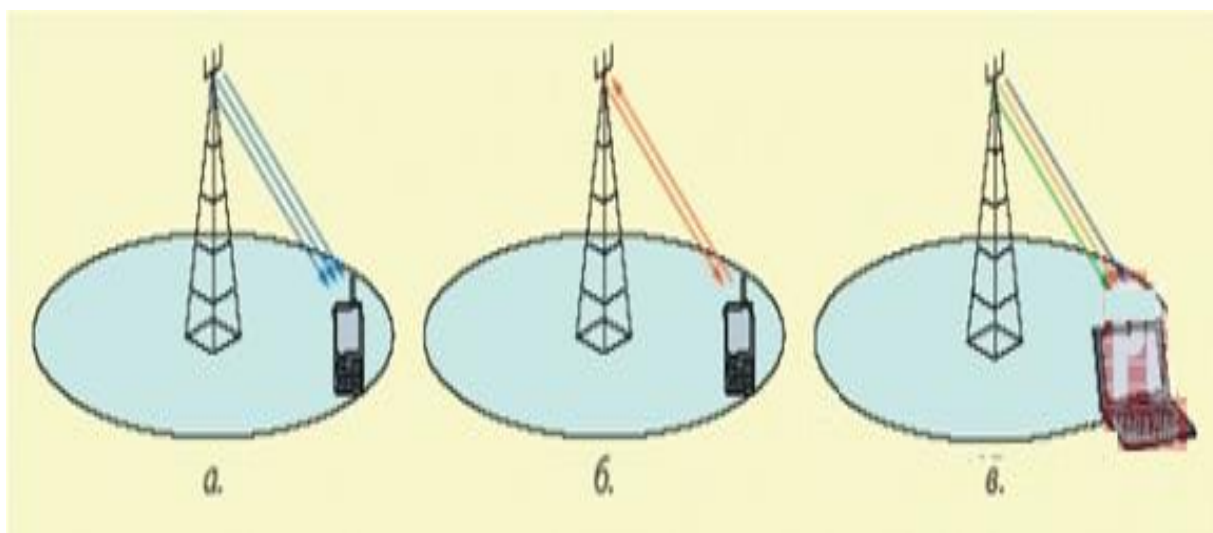
Бұдан басқа, OFDM қысу жоғары деректерге қол жеткізуге мүмкіндік береді - LTE өңдеудің негізгі себептерінің бірі. Табысқа кілті - MIMO технологиясын пайдалану. Ең алдымен, Wi-Fi желілеріндегі әртүрлі қосымшалар үшін өте маңызды болды. Радиода бірнеше антенналардың болуы (2-сурет) таратқыш пен қабылдағыш арасындағы деңгейді жоғарыламай кедергі жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді.

Бұдан басқа, OFDM-де MIMO технологиясын енгізу екі жағынан да әртүрлі, бірақ оның басты себебі - пайдаланушы жабдықтарының құнын төмендету. LTE спецификациялары төрт антеннаны пайдалануды жоққа шығармаса да, желіге қосылу үшін екі негізгі антенна және екі мобильді терминал бар. Терминалдың қозғалысын қамтамасыз ететін базалық станцияда көп пайдаланушылары бар (көп пайдаланушы MIMO, MU-MIMO). Бұл абоненттік терминалда бір кеңжолқты антеннаны зарядтаудың өзіндік құнын төмендетеді.



Сурет 1.9 - MIMO технологиясының спектрлік тиімділігі

Бұл конфигурацияда бір радиоарна бірнеше абонентке трафикті таратуы мүмкін, бірақ бұл деректер ағындары мен ортогоналды бастапқы байланыстар арасындағы кедергіге әкелмейді.



а - тасымалдаушы антеннадағы қабылдау; б - радиосигналдың матрицалық күшейтуі; в - аралық мультиплексирлеу
 Сурет 1.10 – MIMO жүйесінің көп антенналы типі

1.4 Жобаланатын мәселенің негізделген қойылымы

Дипломдық жоба магистральдік байланысда 4G байланысын ұйымдастыруды қарастырады. 3GPP заманауи мемлекеттік бағдарламасына сәйкес көлік инфрақұрылымына сымсыз кеңжақты қатынауға негізделген LTE байланыс жүйелері кабельдік инфрақұрылыммен салыстырғанда негізгі артықшылықтарды көрсетуі керек. Мақсатқа жету үшін ол бітіру жобасында.

Мәселелерді шешу керек:

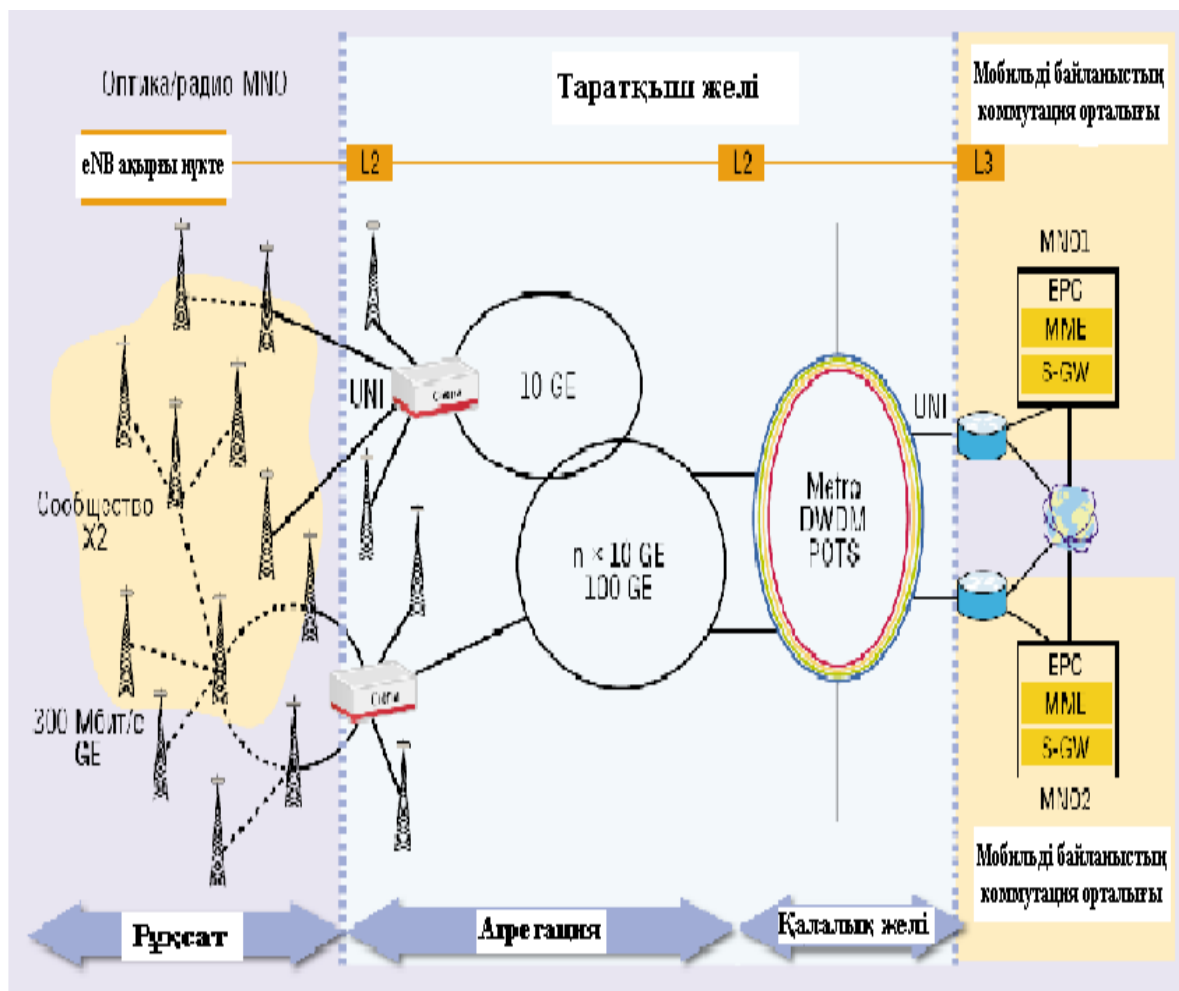
Қала маңындағы аудандарда байланыс желісін құру;

3GPP LTE талдау технологиясы; LTE стандарттарына сәйкес желілік модельдеу әдістерін қолдану арқылы тиімді шешімді тиімді анықтау;

Жоғарыда айтылған талаптарға сәйкес, қазіргі уақытта маңызды инфрақұрылым инфрақұрылымы бақыланбайтын және қымбат және Қазақстан қазіргі уақытта сымсыз байланыс негізінде 3GPP LTE технологиясы негізінде тарату желілерін кеңейтеді. Бұл озық коммуникациялық технологияларды дамытудың тамаша тәсілі.

2 Транспорттық желісінің жабдықтарын таңдау

LTE желісін жоспарлағанда, ең алдымен E-UTRA радио таратқышын және көлік желісін жоспарлау мен іске асыруды қарастырған жөн. LTE желісін құрудың мысалы 2.1 болуы мүмкін.



Сурет 2.1 - LTE тарату желісінің құрылымдық сұлбасы

Салыстыру үшін біз коммуникацияны ұйымдастырудың үш негізгі нұсқасын таңдаймыз:

LTE желісін «таза слатадан» жасау. Бұл жағдайда компанияның операторы LTE желілерімен байланыс құралдарының барлығын толығымен іске асырады;

LTE желілік тәсілінің барлық компоненттерін жалға беру. Жалға алынған объектілердің ішінде: көлік тораптары мен негізгі станциялардың мұнарасы;

Әмбебап LTE желісін құрастыру. Бұл нұсқада жолды жобалаудағы жоғарыда аталған әдістердің екеуі де бар.

LTE желісін жобалау бойынша байланыс операторы - жоспарлау саласында мақұлданған жоспарлау және байланыс қызметтерін ұсынатын

компания. Мұндай оператор - Семейден «Қазақтелеком» -қа сілтеме жасай аламыз. Бұл жағдайда LTE желісін құрудың әмбебап тәсілі бар.

LTE технологиясы мен 2G және 3G мобильді технологиялар арасындағы негізгі айырмашылықтар:

- байланыс ұйымдарын дауыстық және IP хаттамалары арқылы беру;
- Өте жоғары жылдамдығы жоғары;
- желілік архитектураның қарапайымдылығы.

Көлік желісінің жабдықтарын LTE технологиясының ерекшеліктеріне қарай таңдауға болады, өйткені осы технологиядағы желілік жабдық сенімділік талаптарына жауап береді: тиімділік, икемділік, икемділік және функциялардың кең ауқымы.

LTE желісі арқылы дамыған көлік желісі талшықты-оптикалық кабель арқылы берілетін Ethernet технологиясы бойынша іске асырылатын болады. Ethernet технологиясы (IEEE 802.3 стандарты) келесі жылдамдықтарды анықтайды: 10 Мбит / с Ethernet, Fast Ethernet 100 Мбит / сек, Gigabit Ethernet 1 Gbps және 10 Gigabit Ethernet 10 Gbps. 1-ден 10 Гбит / с-қа дейінгі жылдамдықтар көлік торабына әлдеқайда жақын. Ethernet жүйелерінің негізгі артықшылықтары ең жоғары ықтималдық және жоғары IP өткізу қабілеттілігі болып табылады.

Ұялы желілер әлемінде жабдықты таңдауда әртүрлі шешімдер бар: бұл радиоқабылдағыш немесе автокөлік желісі болуы мүмкін. Ұялы байланыс желілеріне арналған мобильді жабдықты өндіруші - өндірушілер операторларға дайын жауап беру жиынтығын ұсынады. Бұл бума жинау жабдығын қамтиды. Авто жауап беру машинасында жұмыс станциясы, қосқыштар, маршрутизатор, мультисервис, сондай-ақ көлік желісін енгізу үшін арнайы жабдық болуы мүмкін.

Бүгінде екі компания LTE көлік желісін іске асыру үшін коммутациялық жабдықтардың әртүрлі түрлерінен ерекшеленеді. Бұл Cisco Systems және Alcatel-Lucent. Осы компаниялардың нәтижелерін қорытындылай келе, 2.1 кестеде қорытынды жасаймыз.

Кестеге сүйене отырып, Cisco Systems компаниясының LTE көлік желісін енгізу туралы шешімі көп параметрлерге сәйкес келеді, бірақ техникалық қолдау құны жоғары.

Бүгінгі күні Cisco Systems коммутаторлардың өндірушілері арасында айрықша көшбасшы болып табылады. Компанияның өнімдерін әлемнің 75-тен астам елінде 250 астам ұялы байланыс операторлары пайдаланады. Компанияның негізгі ерекшеліктері қауіпсіздік пен сенімділікті, өнімділікті, әмбебаптығын, ауқымын қамтиды. Мен Cisco Systems компаниясының жабдықтарын LTE Traffic Research бөлімінде менің бітіру жобасын пайдалану туралы шешім қабылдадым [15].

Кесте 2.1 – LTE транспорттық желілердің коммутациялық жабдықтарын өндіретін компаниялардың сипаттамасы

LTE көлік желісінің коммутациялық жабдықтары	Өндіруші компаниялар	
	«Cisco Systems»	«Alcatel – Lucent»
Е-UTRAN – радиоқұрылғы желісінің коммутациялық жабдықтары	eNB; 24 1 GEthernet-тің үш портына дейін қосылу мүмкіндігі бар «ME 3600 CX24C» әмбебап қондырғысы, жоғары баға; OSPF, RIPv2, EIGRP, BGP-берілу хаттамалары бар; 7жылдық жұмыс ; SNMP-басқару хаттамалары; IP маршрутизациясы	«7750 SR»сервистік маршрутизаторы: мегаполис-тің желісіне арналған көпмасштабтылық; IP маршрутизациясы; 10 Gether-net порты; жоғарғы баға; ОВ- ты қосу үшін қосымша SPF модулі; OSPF, BGP протокол-хаттамалары
Интеллектуалды агрегация желісінің коммутациялық жабдықтары	240 Гбит/с жылдамдықпен жұмыс істейтін «7603 OSR»: оптикалық-сервистік маршрутизаторы; GBASE-LX-дің 48 порты; 10GBASE-ER 4 порты; жоғары баға; масштабтылық; - OSPF, RIPv2, EIGRP протокол хаттамалары; BGN 7жылдық жұмыс ; SNMP-басқару хаттамалары; IP маршрутизациясы;	«7705 SAR» сервистік агрегация маршрутизаторы: 10/100 Ethernet BASE-T 6 порты; SPF модулі мен GE BASE-TX 2порты; төмен баға, төменгі сападағы өндіріс; IP маршрутизация; OSPF, BGP берілу хаттамалары
ЕРС LTE желісін іске асыру қондырғылары	«ASR 5000» мультисервистік-оптикалық платформа: жылдамдығы 320 Гбит/с; GE, 10GE интерфейсы; жоғарғы баға; масштабтылық; OSPF, RIPv2, EIGRP берілу хаттамалары, BGP; SNMP басқару хаттамалары; IP маршрутизация	«5620 SAM» желісімен басқару жүйесі: бірнеше коммутатор мен маршрутизациямен жұмыс жасай алады; Ethernet, ATM; IP маршрутизация; OSPF, BGP берілу хаттамалары

LTE желілік технологиясы бойынша көлік техникасын беру екі бөлікке бөлінеді:

- а) радиотехника, желілік жабдықтар;
- б) Көлік техникасын интегралды жинақтау.

Cisco Systems компаниясы ұялы байланыс операторлары үшін көлік желісін құру үшін кілтті шешімді ұсынады. Олардың біреуімен жұмысымызды жалғастырайық:

Радио желісіндегі Cisco ME 3600 X 24CX тасымалдау жабдығы жабдықтарын таңдаңыз. Бұл қосқыш өндірушінің үлкен тәжірибесі арқасында мүмкін болды. Модель жылдам ақпарат беру, ненавязчивое өнімділік және джиттермен сипатталады.

Cisco ME 3600 X 24CX қосқыштары Carrier Ethernet желілері үшін арнайы жасалған.



Сурет 2.2 – "Cisco ME 3600 X 24CX" коммутаторы

Cisco ME 3600 X 24CX қосқышының қысқаша сипаттамасы:

- тозған оптикалық порттардың саны: 6;
- IP-маршрутизаторды ұйымдастыру;
- 10/100/1000 Мбит / с жылдамдығы;
- өлшемі (мөлшері): 444 × 516 × 43;
- салмағы 6570 грамм;

Хаттама жүргізу хаттамасы: SNMP;

- ақпараттық хаттамалар: OSPF, IS-IS, EIGRP, RIPv2;

Жедел жады: 1024 Мбайт;

- ЖЖҚ түрі: DRAM;

Электр қуаты: 228 Вт;

Жиілік енгізу жиілігі: 50/60 Гц;

- кіріс кернеуі: 100 - 240 В, тұрақты 48 В;

- өткізу қабілеттілігі: 65 Мбит / с;

- ең көп беру жылдамдығы: 44 Гбит / с;

- талшықты-оптикалық кабельдік технология: 1000 Base-LX, 100 Base-VX, 100 Base-FX, 100 Base-LX;

- талшықты-оптикалық қосқыш: LC, LX-5;

- талшықты-оптикалық кабель арқылы өтетін қашықтық: 80 км;

Толқындардың ұзындығы: 1310/1550 нм.

Cisco ME 3600 X 24CX бірнеше eNB базалық станцияларына қосылу мүмкіндігіне ие.



Сурет 2.3 - "Cisco 7603 OSR" маршрутизаторы

Intelligent Aggregation (Optical Service Router) оптикалық қызмет көрсету маршрутизаторы - Cisco 7603 OSR маршрутизаторы. Cisco 7603 OSR оптикалық маршрутизаторы аймақтық (WAN) және астаналық аймақ желілерін (MAN) құрастыруға арналған. Маршрутизатордың негізгі функциясы IP-негізіндегі қосымшаларды оптикалық байланыс арналарымен қамтамасыз ету болып табылады.

Маршрутизатордың техникалық сипаттамаларының негізгі сипаттамалары Cisco 7603 OSR:

Cisco IOS жүйесіндегі мүмкіндіктердің толық ауқымы;

NEBS үшін үйлесімді шасси;

Арнайы қуат көзінің арқасында Cisco IOS басқару модулі - Global Resilience IP және бағдарламалық қамтамасыз ету - бар.

- Cisco PXF технологиясын пайдалана отырып, желілік қызметтерді жеделдету;

MPLS / IP технологиясын қолдау;

- 10 Base-FL 24 порттары, 10 Base - FX 24 порты, 1000 Base - LX 48 порты және 10 GBase - 4 порты;

- максималды көрсеткіштер:; 240 Гбит / с, 30 миллион пакет / с;

- автобус сыйымдылығы: 32 Гб / с;

- өлшемі: 17.78 × 44.12 × 55.25;

Салмағы: 12, 25 кг;

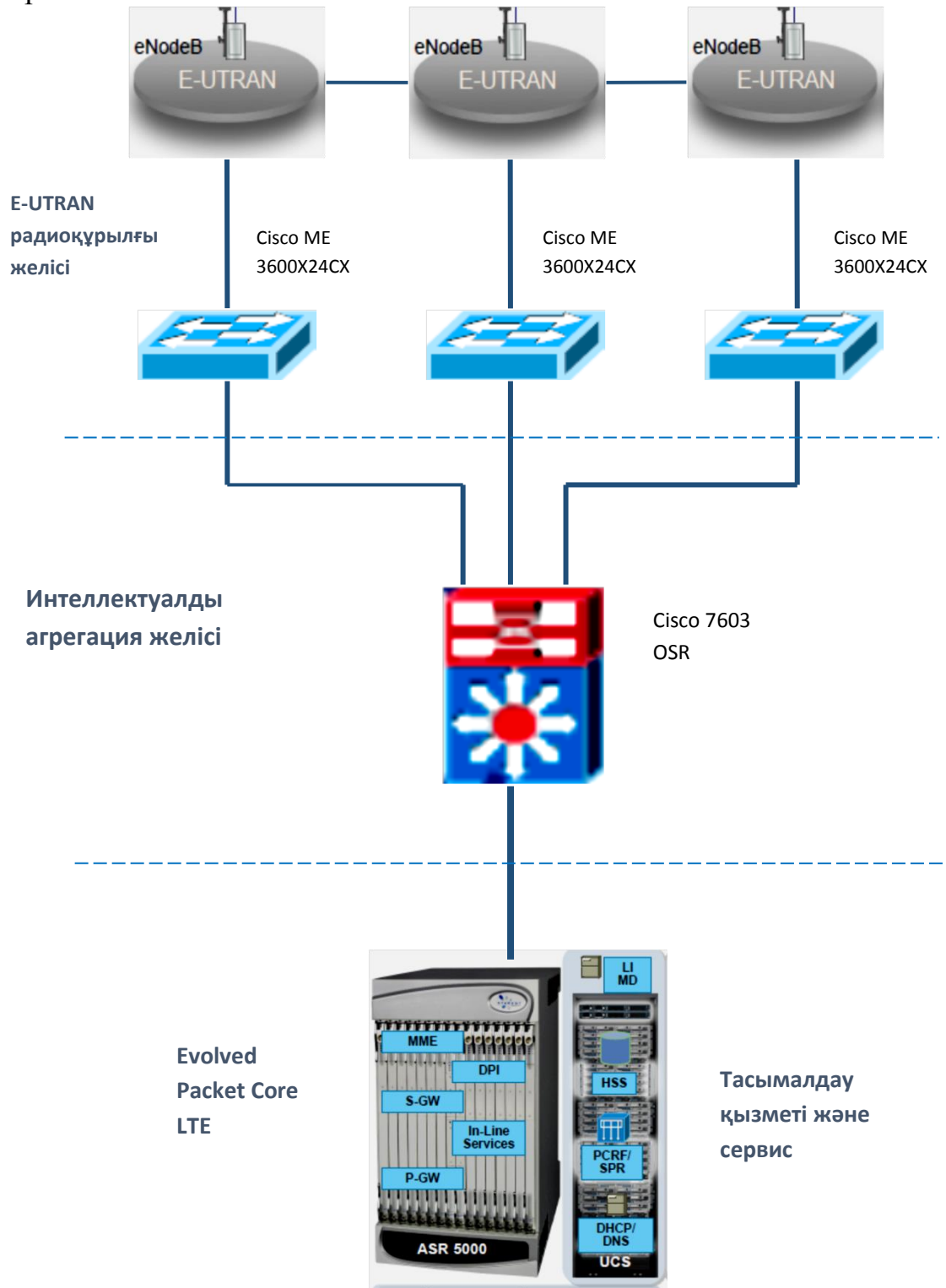
- қуат көзі: ауыспалы ток 110-240 В, тікелей ток 48-60 В;

- жұмысқа жұмсалған орташа уақыт: 7 жыл;

Пайдалану шарттары: Температура диапазоны 0 - 40 ° С, ылғалдылық 10 - 85%.

Дипломдық жобаның келесі кезеңінде көлік техникасын таңдауға сәйкес көлік коммуникациялық желісін ұйымдастыру диаграммасы жасалады. Көліктік байланыс желісін ұйымдастыру 2.4-суретте

көрсетілген.



Сурет 2.4 – Байланыс ұйымындағы көлік желісінің схемасы

2.1 LTE желісін басқару үшін жабдықты таңдау

Evolved Packet Core (LTE) қызметтері EPC арқылы жүзеге асырылады. ERS сызығы логикалық элемент пен келесі түйіндерден тұрады:

MOBE үшін жауапты болу үшін - Мобильділікті басқару объектісі (Mobility Management Entity) ММЖ деректерді беру қызметі, ұялы байланыс абоненттік терминалы, меншік құқықтарын сатып алу, ұтқырлықты дамыту міндеттеріне жауап береді;

SGW желісінің шлюзі (Gateway сервисі) SGW пакеттік деректерді ішкі жүйеге бағыттайтын базалық станцияларды өңдеуге жауап береді;

PGW желісі (Public Data Network Gateway) PGW Интернет шлюзі және 2G, 3G, 3GPP емес, LTE операторлары басқа желілерден дауыс беру үшін жауап береді;

HSS-сервердің HSS абоненттік сервері (Үйдегі абоненттік сервер);

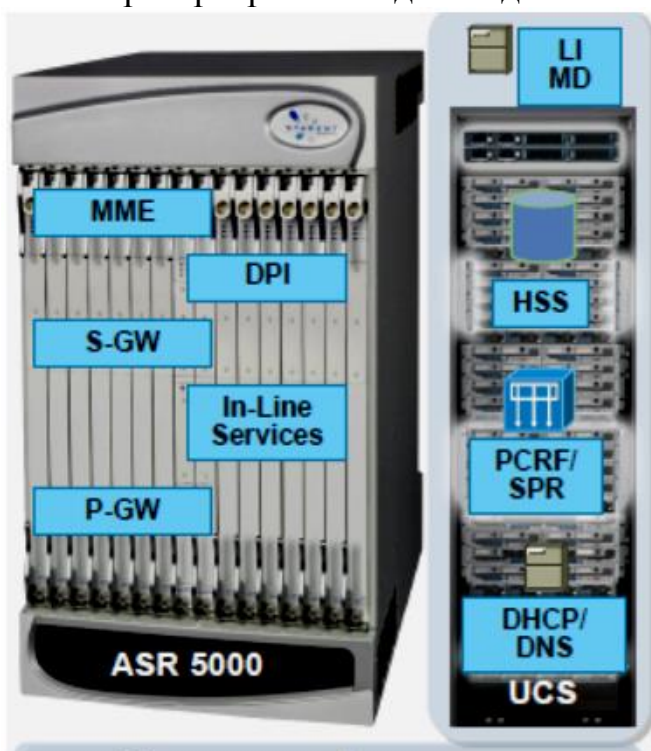
- ПСОҚ - бұл ПТҚЖ-ні абоненттерге хабарлау үшін негіз (саясат және тарифтік саясат);

DHCP / DNS серверінің адресін тарату.

LTE желісін Cisco Systems құрылғыларымен жүзеге асырады. MME, SGW және PGW көп сервис платформасы үшін бірыңғай тұғырнаманы енгізу идеясының негізі 2.4 және 2.5-суретте көрсетілгендей Cisco ASR 5000 PCS3 болды [19].

Ұтқыр кеңжолақты қатынау желісіне арналған арнайы Cisco ASR 5000 PCS3 маршрутизаторы. Бұл сенімділік пен сәулет, интеллектуалдық функциялар, ауқымды бөлу арқылы ерекшеленеді.

Cisco ASR 5000 PCS3 сіздің операторыңыз өнімділікті жоғарыламай өнімділігі мен қуатын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Маршрутизатор өзінің Cisco ASR 5000 PCS3 желісін бүкіл әлем бойынша 250-ден астам ұялы байланыс операторларына пайдаланады.

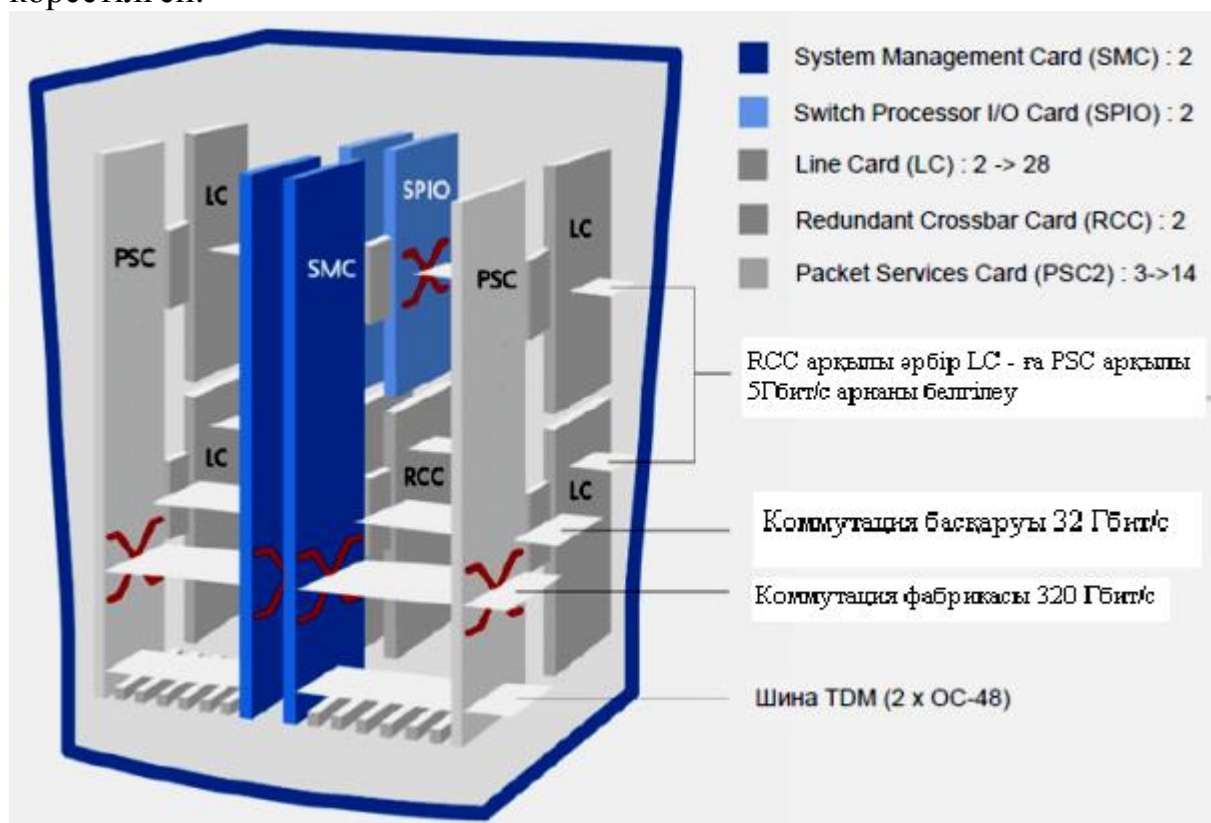


Сурет 2.5 - Cisco Systems Cisco ASR 5000 PCS3 мүмкіндіктерін жалпы платформаға шолу

«Cisco ASR 5000 PCS3» платформасының артықшылықтары:
 Мойынның функциялары жоғары жүктеме жүктемесі;
 - барлық компоненттер;
 - абоненттік сессияның бір сессиясын автоматты түрде қалпына келтіру;
 - процесті көшіру функциясы;
 - платформалардың 99,9999% қолжетімділігі;
 Екі сеансты қысқарту;
 - мамандандырылған модульдер үшін төлемнің жоқтығы;
 Жүйелік қажеттіліктер үшін автоматты процессорлық ресурстар;
 Жекелеген процестерді жадыда қорғау;
 Жалпы бағдарламалық қамтамасыз ету;
 - бағдарламалық қамтамасыз етуді жаңарту үзіліссіз қызмет көрсету арқылы жүзеге асырылады;

Функциялар Бағдарламалық жасақтаманың функциялары барлық платформаларға қолданылады [19].

Cisco ASR 5000 PCS3 платформасының құрылымы 2.6-суретте көрсетілген.



Сурет 2.6 - Cisco ASR 5000 PCS3 архитектурасы

Cisco ASR 5000 PCS3 платформасының негізгі айырмашылығы - желі қызметтерін орнату.

- DPI - трафик пакеттерін талдау үшін жауап береді - абонентке ұсынылатын қызметтердің әртүрлі түрлерінің сапасы мен сапасына қатысты ережелерді тереңдете тексеру, шоттарды ұсыну ережелері;

Хаттамалардағы нақты трафикті нақты анықтау; әртүрлі ережелермен анықталады: блоктау немесе өнімділік, өздігінен зарядтау, бақылау;

HTTP сұрауының URL-мекенжайын талдау негізінде ұялы байланыс абоненттерінен сүзу;

- Жеке NAT / Firewall.

- Cisco ASR 5000 PCS3 платформасының қысқаша техникалық сипаттамалары: өткізгіштігі: 320 Гбит / с;

- сессиялар саны: 4 млн;

Интерфейстік желілік интерфейстер: 10/100/1000 Ethernet, 10 Гбит / с Ethernet, OLC / CLC желілік карталары (ATM, POS, Frame Relay);

- кіріс кернеуі: 40-дан 60 DC;

- толық салмағы: 139, 25 кг;

- максималды қуаты: 800 Вт;

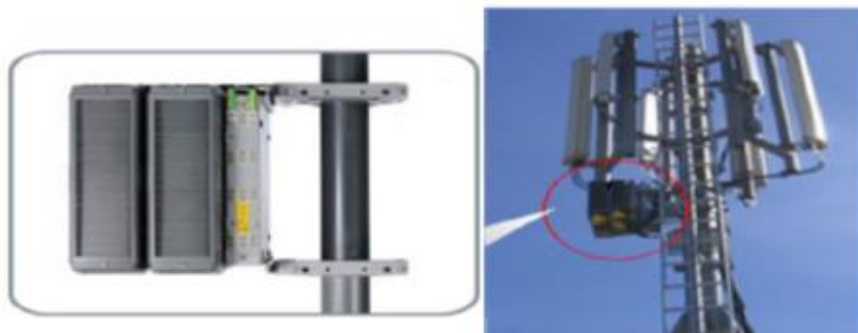
Сіз 42 RU бағанында үш «Cisco ASR 5000 PCS3» орнатуға болады.2.2 Негізгі станция eNode Band LTE жабдықтың таңдауы

Nokia Siemens Networks, Huawei, Ericsson, eNB LTE базалық станциясының негізгі жабдықтары. ENB LTE базалық станциясы аппаратты таңдауға, ең алдымен, ұялы байланыс стандарттарының басқа стандарттарына қолдау көрсетуге негізделген болуы керек. Жоспарланған желі үшін Nokia Siemens Networks жабдығын таңдау қажет. Радиобайланыс үшін Flexi Multiradio базалық станциясын пайдалану керек.

Flexi Multiradio антеннасы жүйесі әр антенна үшін бөлек күшейткіш күшейткішпен жабдықталған, радиотехника және кіріктірілген антенна құрылғысы бар ендірілген антенна технологиясына негізделген. Белсенді антеннаның белгілі бір пайдаланушының радиациясын хабар тарату бағытына бағыттау үшін арнайы рұқсаты бар.

Flexi Multiradio 200 ұялы байланыс операторын басқара алады және қолдана алады.

«Флекси Мультирадио» негізгі станциясы екі негізгі элементтен тұрады: сандық сигналдарды өңдеу үшін жүйелік модуль және үш таратқыш радио модуляторы. «Флекси Мультирадио» негізгі станциясы 2.7-суретте көрсетілген.



Сурет 2.7 - «Flexi Multiradio» базалық станциясы

Үш таратқышпен жабдықталған радиожиілік модулі 2.8 суретте көрсетілген. Осы құрылғының толық атауы: «Flexi RF модулі Triple 90 W». Радио модульдері радио сигналдарын өңдеуге жауапты. Әмбебап радио модулі Flexi Multiradio түрлі байланыстар үшін пайдаланылуы мүмкін. Радио модулінің шығу сигналы бір сектор үшін 80 Вт-қа дейін 240 Вт дейін болуы мүмкін. Модульді 60 МГц диапазонында тарату жиілігі. GSM, 4G, LTE және LTE + радио модульдері.



Сурет 2.8 - RF модулі Flexi RF Triple Triple W

ENB «Flexi Multiradio» мүмкіндіктері:

- Easy installation, 25% төмендеді;
- GEthernet және E1 жүйелік модульдерінің интерфейстерінде

орнатылған;

Антенналық кабельдер осы қысқартылған радиостанцияның қос параметрлерін;

- энергияны үнемдеу;
- стандартты базалық станциялардан 20% аз.

«Үш еселік 90 Вт модулі Flexi RF» модулінің техникалық сипаттамасы:

- ғимараттың кез келген жеріне орнатылуы керек;

Жиілік диапазондары: 700, 800, 850, 900, 1800, 1900, 1700/2100, 2100, 2300 және 2600 МГц;

- көлемі: 25 литр;

Салмағы - 25 кг;

Қажетті қуаты 790 Вт;

- 40,5-57 В жүйелік модуліне дербес қуат беру, 184-276 В ауыспалы

ток;

IP65 тозудан қорғау класы.

2.3 Электр қоректендіру құрылғысын таңдау

Базалық станция 220 В айнымалы ток көзімен жұмыс істейді, 220 В кернеуі трансформаторлық қосалқы станциядан алынып, базалық станцияның орнату қондырғысына жіберіледі.

Берілетін кернеу таратқышқа жеткізіледі, ол жалпы жарық беру контурына беріледі және үзіліссіз қоректендіру көзіне беріледі.

Үздіксіз қуат көзі (UPS) зарядтау құрылғысынан және түрлендіргіштен тұрады. Тікелей зарядтағыш Cisco ME 3600 X 24CX 48 VDC қосқышымен бірге келеді. Инвертор 48 В бастап 220 В дейін жұмыс істейді және радионы Flexi Multiradio береді. Жерлендірілген шиналар шамадан тыс кернеуді қорғау үшін қолданылады. Негізгі станцияның қуат көзі 2.9-суретте келтірілген.

Желінің өткізу қабілеттілігіне қарай қараралық орталықтарда LTE технологиясын жобалау үшін 7 базалық станция қажет. Әр базалық станцияның сыйымдылығы 158 Мбит / с, Семейдегі LTE желісі - 1 106 Гбит / с. Әрбір базалық станция Cisco ME 3600 X 24 CX қосқышын талшықтан Gigabit Ethernet 1000 BASE-LX (IEEE 802.3z) -ке жібереді. Cisco ME 3600 X 24 CX 3 базалық станцияны қосуға қабілетті. Бұл қосқыш ғимараттың ішінде орналасқан.

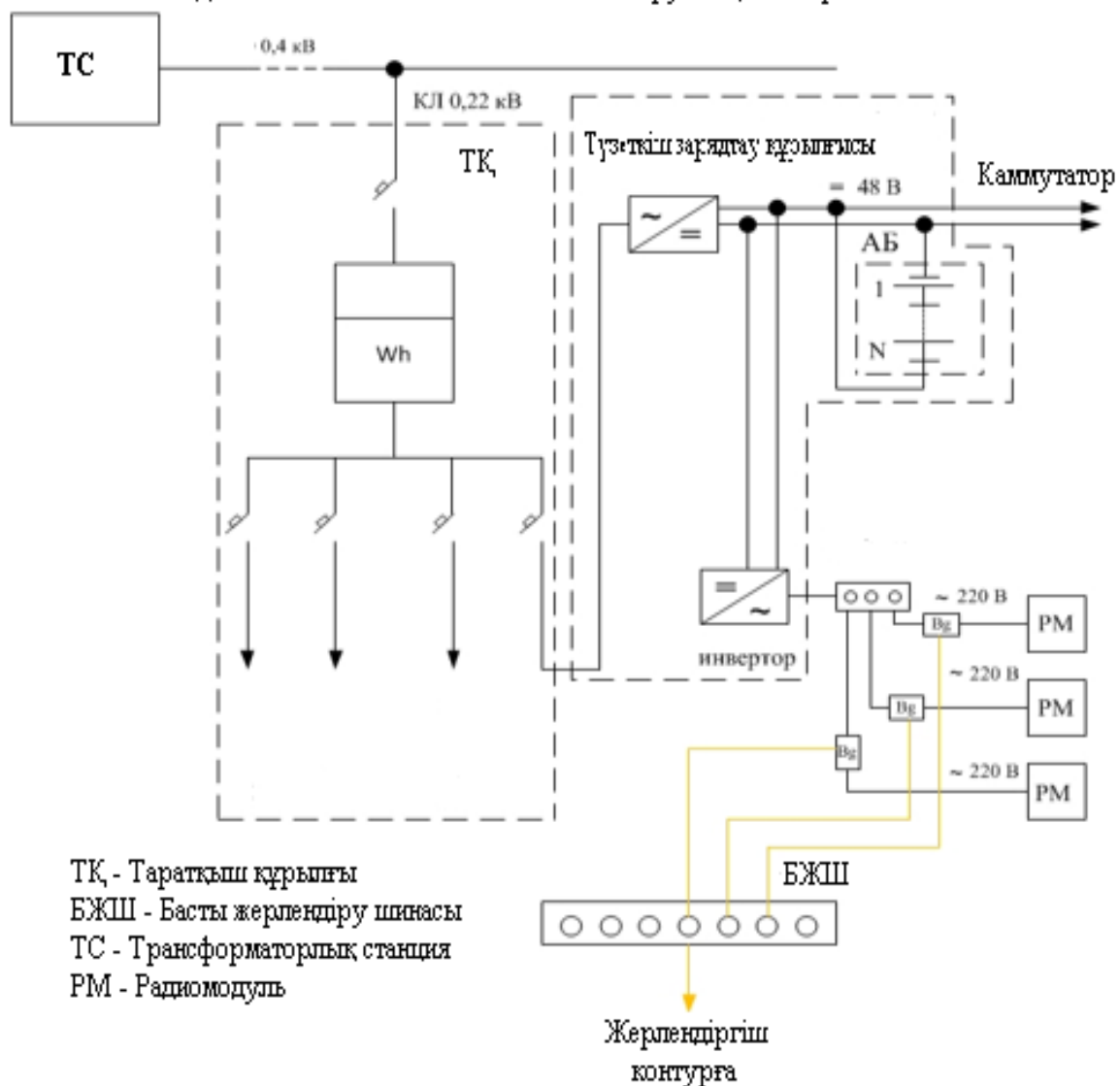
Cisco ME 3600 X 24 CX қосқышының желілік қозғалысы Семей қаласындағы «Қазақтелеком» АҚ байланыс сайтында орналасатын Cisco 7603 OSR маршрутизаторына қайта бағытталады. Cisco ME 3600 X 24 CX және Cisco 7603 OSR қосылымы Gigabit Ethernet 1000 BASE-LX стандарты (IEEE 802.3z) арқылы талшықты-оптикалық байланыс арқылы бөлінеді. ЕРС желі бойынша LTE желісін басқарады, абоненттік сессиялар сыртқы интерфейстер мен шлюздер арқылы сыртқы 2G, 3G, 3GPP, Intrnet, ISDN және IMT желілерімен ұйымдастырылады.

Құрылған желі үшін Ethernet желісінің қысқаша сипаттамасы:

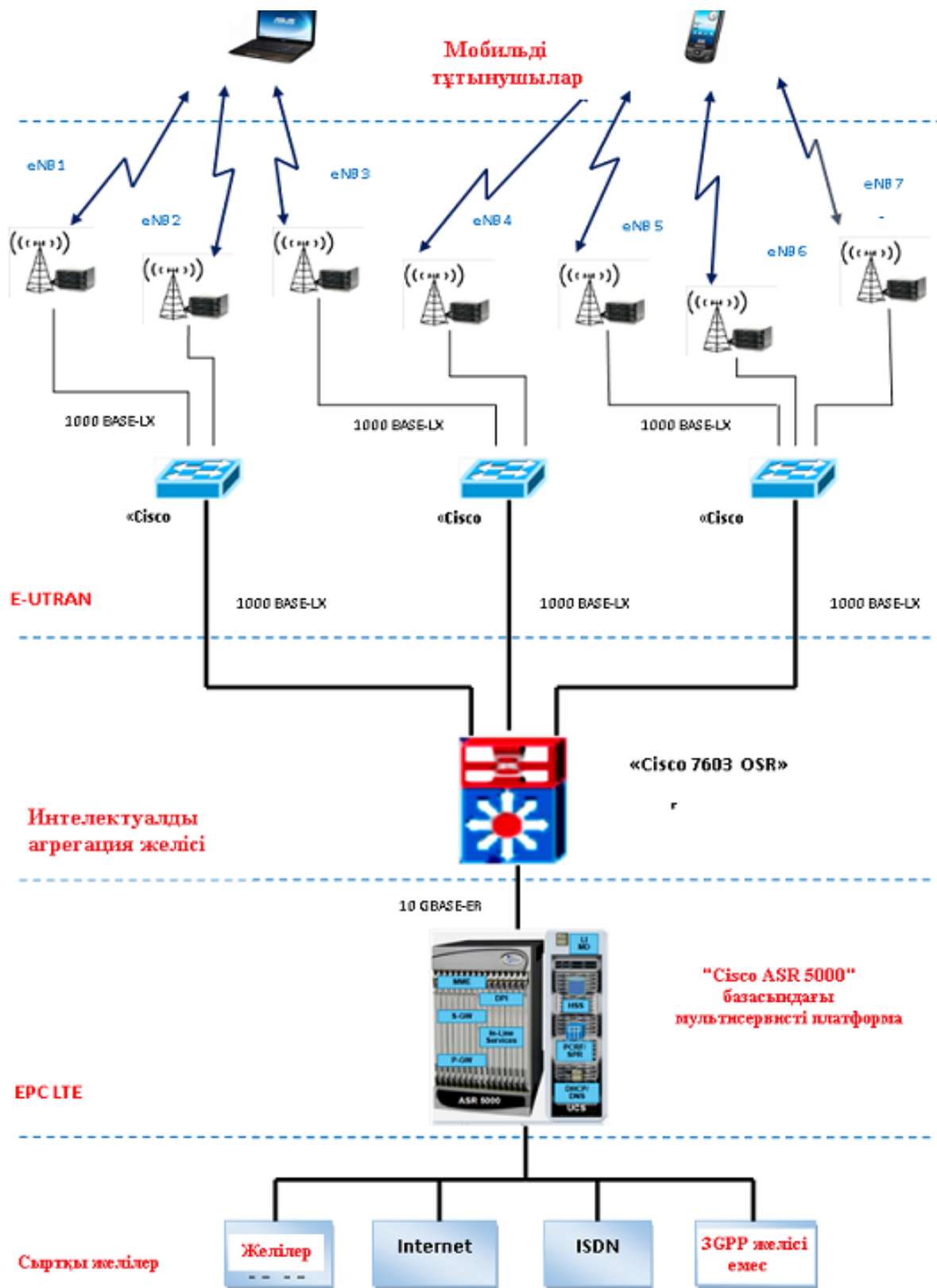
- 1000 BASE-LX ұзындығы 5-тен 60 км-ге дейінгі бір жолақты талшықты берілу стандарты. Деректерді беру үшін жылдамдығы 1 Гбит / с;

GB 10 GBASE-ER - бір жолақты стандартты оптикалық талшық, сигнал ұзақтығы 50 км. Деректерді беру үшін 10 Гбит / с.

Барлық желілік трафик IP бойынша таратылады. Семейдегі LTE желісін ұйымдастыру схемасы 2.10-суретте көрсетілген.



Сурет 2.9 - Базалық станцияның электрмен қоректендіру сұлбасы



Сурет 2.10 – Қаларалығында LTE желісін ұйымдастыруды жобаланатын сұлбасы

3 Желінің өткізетін жолағын есептеулер

LTE әзірлеу кезінде басқа сымсыз технологиялармен салыстырғанда бірнеше артықшылықтар бар. Негізгі айырмашылығы - OFDM технологиясына негізделген көп сатылы типті пайдалану, ал дизайн алгоритмі өзгереді. Радио желісінің құрылысы екі кезеңнен тұрады:

- a) қызмет көрсетудің ең үлкен аумағы;
- b) қажетті қуаттарды қамтамасыз ету.

LTE проекциясы қалада болады, сондықтан жиілік диапазоны анықталуы керек. Жиіліктер диапазоны 791 - 862 МГц, жиілігі FDD дуплексті түрі [17].

3.1 Желінің өткізу жолағының есептері

Қабылдағышты беру немесе бағалау базалық орталықтың спектрлік әсерімен анықталады. Мобильді байланыс жүйесінің спектралдық тиімділігі 1 Гц диапазонында деректерді беру жылдамдығын есептейді. LTE желісінің орта спектралды әсері 20 МГц, ал FDD типті дуплекс 3.1-кестеде көрсетілген.

Кесте 3.1 – LTE желісі үшін орташа спектрлік эффектілік

СЫЗЫҚ	MIMO сұлбасы	Желінің орташа спектрлік эффективтілік (бит/с/Гц)
UL	1×2	1,254
	1×4	1,829
DL	2×2	2,93
	4×2	3,43
	4×4	4,48

FDD жүйесі үшін орташа өткізу жолағын есептеу үшін арна ені мен арнаның спектрлік эффективтілігін көбейту арқылы есептелінеді:

$$R = S \cdot W \quad (3.1)$$

мұндағы S – орташа спектрлік эффектілік ,бит/с/Гц;

W – каналдың ұзындығы (МГц); $W = 10$ МГц.

DL линиясы үшін :

$$R_{DL} = 3,43 \cdot 10 = 34,3 \text{ Мбит/с.}$$

UL линиясы үшін:

$$R_{UL} = 1,829 \cdot 10 = 18,29 \text{ Мбит/с.}$$

Базалық станцияның өткізу қабілеттілігінің орташа өткізу қабілеттілігі базалық станция секторы бойынша бір сектордың eNB сыйымдылығын көбейту арқылы қол жеткізіледі, eNB секторларының саны - 3.

DL үшін:

$$R_{eNB.DL} = 34,3 \cdot 3 = 102,9 \text{ Мбит / с.}$$

UL үшін:

$$R_{eNB.UL} = 18,29 \cdot 3 = 54,87 \text{ Мбит / с.}$$

Келесі қадам - LTE желісінің ұялы құрылымын анықтау. Ұяшықтардың санын есептеу үшін сіз арналардың жалпы санын білуіңіз керек. N_k арналарының жалпы саны осы формула бойынша есептеледі.

$$(3.2) \quad N_{k.сек} = \Delta f \Sigma / \Delta f_k \text{ арна}$$

мұндағы $\Delta f \Sigma$ жиілік диапазоны желі үшін 71 МГц болуы тиіс;
 Δf_k - бір радиоарнаның жиілік диапазоны; радиоарнаның екінші желісі.

LTE анықтамасына сәйкес ресурстық блоктың ұзындығы 180 кГц, $\Delta f_k = 180$ кГц.

$$N_k = \frac{71000}{180} \approx 395 \text{ арна,}$$

Бір сектордағы жүзден бір абонент қызметін қолдану үшін $N_{k.сек}$ арналардың санын анықтау қажет:

$$N_{k.сек} = eNB / N_{кл} \quad (3.3)$$

мұндағы N - арналардың саны;
Кластерлік кластер eNB секторында тіркелген сан.
MS: eNB секторы 3 рет қабылданады;

$$N_{k.сек} = \left[\frac{395}{(3 \cdot 3)} \right] \approx 4a.$$

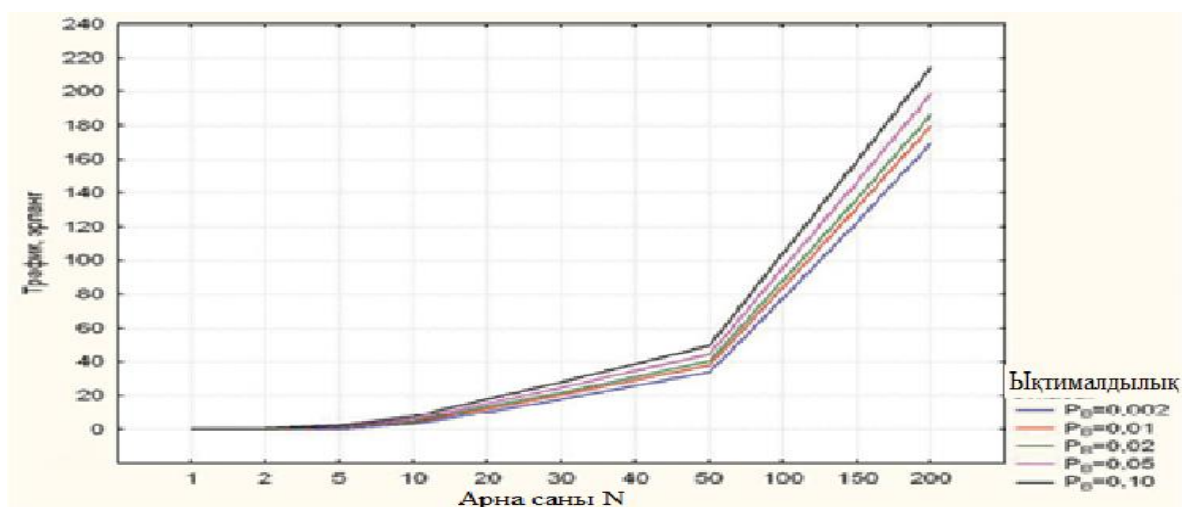
Бір бетке бір бет, жүз N_s . Трафик арналарының санын анықтау қажет. Тасымалдау арналарының саны келесі формула бойынша анықталады:

$$N_{km.sek}. N_{km1} \cdot N_{sk}, (3.4)$$

N_{ct1} - Радиода трафик арналарының саны радио стандарты бойынша анықталады (OFDMA $N_{ct1} = 1 \dots 3$); LTE үшін біз $N_{ct1} = 1$ қабылдаймыз.

$$N_{кт.сек} = 1 \cdot 43 \approx 43 \text{ арна.}$$

3.1-суреттегі график түрінде көрсетілген Эрланг модельіне сәйкес, 1% - тең блоктау ықтималдығын, $N_{км.сек}$ шамасынан жоғары есептелген рұқсат етілген шамасы кезінде $A_{сек}$ жүзден бір секторындағы рұқсат етілген жүктемені анықтаймыз.



Сурет 3.1 - Трафик каналының санына және блоктау ықтималдығына рұқсат етілген жүктеменің тәуелділігі

Әрбір eNB, үшін қызмет көрсететін абонент сандарын мына формуламен анықтаймыз:

$$N_{к.сек} = 3 \cdot A1 / \Delta f_k \quad \text{арна} \quad (3.5)$$

$A1$ - әрбір абоненттік төлем үшін барлық трафик түрлерінің орталығы, $A1$ (0,04 ... 0,2). Жоспарланған желілік жоспарлардан жоғары жылдамдықпен деректерді алмасуды пайдалану. $A1 = 0,2$. Егер солай болса, айталық:

$$N_{аб.еNB} = 3 \cdot \left[\frac{50}{0,2} \right] \approx 750 \text{ абс}$$

Жобадағы LTE желісінің eNB базалық станциясының саны мына формуламен анықталады:

$$N_{eNB} = \left[\frac{N_{аб}}{N_{аб.еN}} + 1 \right] \quad (3.6)$$

$N_{аб}$ - потенциалдық абонент саны. Жалпы тұрғын санының 20% потенциалдық абонент саны деп аламыз. Тұрғындардың жалпы саны. Әр

районда 24500 адамнан. Олай болса потенциалдық абонент саны 4900 адамнан тұрады, осыдан:

$$N_{eNB} = \left[\frac{4900}{750} \right] + 1$$

Жобаланған желіде жоспарланған орташа өтетін R_N қабілеттілікті орташа өтетін eNB қабілеттілікті eNB жалпы санына көбейту арқылы анықтаймыз.

$$R_N = (R_{eNB.DL} + R_{eNB.UL}) \cdot, \quad (3.7)$$

$$R_N = (102,9 + 54,87) \cdot 7 \approx 1104,39 \text{ Мбит/с.}$$

Сосын жобаланған желіде сыйымдылықтың тексерілген бағасын береміз де, есептегенімізді салыстырамыз. Бір абоненттің орташаланған трафигінің анықтаймыз:

$$R_{т.үжс} = T_m \cdot q / N_{үжс} \cdot N_k, \quad (3.8)$$

мұндағы T_m – бір айға абоненттің орташа трафигі, $T_m = 30$ Гбайт/ай;
 q – ауылдық жер үшін еселік коэффициенті, $q = 2$;
 $N_{үжс}$ – бір күнге ҮЖС саны, $N_{үжс} = 7$;
 N_k – бір айда күндер саны, $N_k = 30$.

$$R_{т.үжс} = \frac{30 \cdot 2}{7 \cdot 30} = \text{Мбит/с.}$$

$R_{жал/үжс}$ -ға жобаланатын желіні жалпы трафикті анықтаймыз формула бойынша:

$$R_{жал/үжс} = R_{т.үжс} \cdot N_{бел.аб}, \quad (3.9)$$

Желіде белсенді абоненттердің $N_{бел.аб}$ саны; ықтимал абоненттер 80% жалпы саннан сияқты желіде белсенді абоненттердің саны $N_{аб}$ анықтаймыз, онда $N_{бел.аб} = 3920$ абоненттер бар.

$$R_{жал/үжс} = 0,28 \cdot 3920 = 1097,6 \text{ Мбит/с.}$$

Қорыта келгенде, $R_N \geq R_{жал/үжс}$ Шарт бұл жобаланатын желі ҮЖС-ға күштеніске көрсетеді.

3.2 Оптикалық кабельдерді таңдау

Оптикалық кабельдер - идеалды жерге жақын таратушы орталық. Көлемі мен ақпараты, сенімділік жылдамдығы және оптикалық кабельдердің қашықтығы басқа технологиялық шешімдерден әлдеқайда жоғары. Сондықтан баламалар бүгінгі күні жоқ. Оптикалық кабельді жіктеу 3.2-суретте көрсетілген.

Оптикалық кабельдің басты элементі - жарықта орналасқан және толқын ұзындығы 0,85,1,6 мкм болатын цилиндрлік нысанды жұқа стакан түрінде оптикалық талшық (жарық пучок). Басымен және дизайнымен жасалған шамдар жеке жіптер мен ядрадан тұруы мүмкін [18].

Кабельдерді заманауи нысандардағы барлық түрлерге бөлуге болады:

- үзіліс бойлық осіне ие жүктеме күші;

Элементтер механикалық кернеулік кезінде кабелдің беріктігін арттыратын қаптау элементтері;

Талшықты пластиктерге құю;

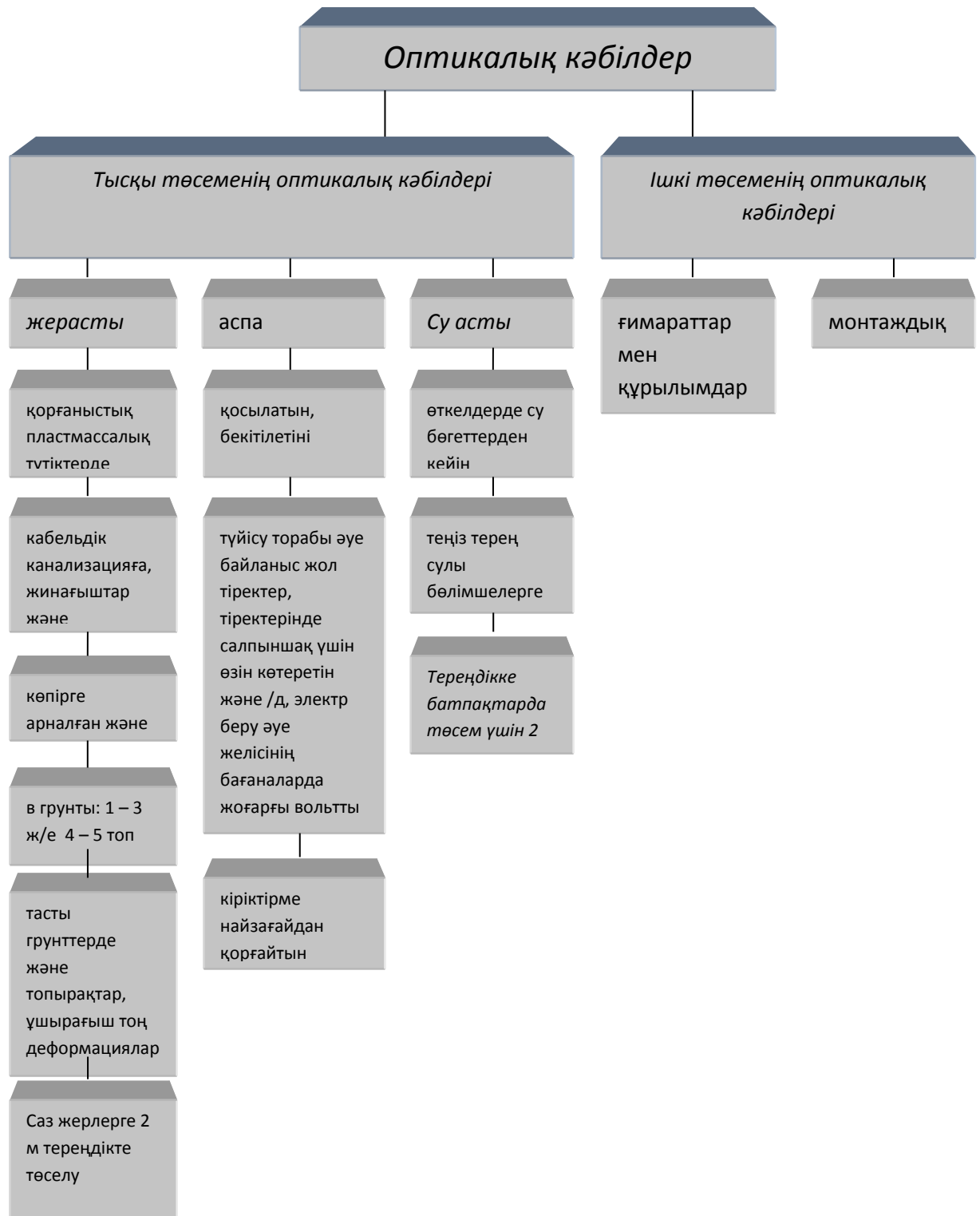
Сыртқы заттардан және сыртқы механикалық әсерлерден, сыртқы қорғаныс қаптамасынан, сақтауға арналған кабельден жасалған ылғал.

Бұл тезис жобасында біз оптикалық кабельдің үш түрін қолданамыз: топырақты жабу үшін, ілу және төмендету үшін. Көлік желісінің құрылысы үшін таңдалған оптикалық кабельдердің негізгі параметрлері 3.1-кестеде келтірілген.

Кесте 3.1 – Оптикалық кабiлдердiң негiзгi параметрлерi

Параметры	Кәбіл тартудың түрі		
	құбырда	топырақта	аспалы
Кабелдің типі	ОКС-М	ОКБ-Т	ОКА-Т
Оптикалық тал жіптердің сандары	4 – 72	4 – 24	4 – 24
Тал жіптер түрлері	ОМ	ОМ	ОМ
Пластмасса (металлдық) саны	6 – 12	1 (метал.)	1 (метал.)
Мода тұрбалары диаметрі, мм	2	3,0 – 6,0	3,0 – 6,0
Корделей сан/диаметр	-/2,0	-/3,0 – 6,0	-/3,0 – 6,0
Кәбілдің сыртқы диаметрі, мм	15,0	18,5	18,5
Кг/км кәбілдің массасы,	190	436	540
Қоршаған ортаның жұмыс температурасы, °С	-40 - +50	-40 - +50	-60 - +60

Кәбілдің қатпарының ең төмен радиусы, мм	250	250	300
Ықтимал созушы мехнат, кН	1,5	7,0	3,5 – 7,0
Жеткізілімнің ұзындығы, км	2,0	2,0	2,0



Сурет 3.2 – Байланыс оптикалық кәбілдердің түрлері

Келесі кезеңде дипломдық жобада "Cisco ME 3600X 24CX" және "Cisco 7603 коммутаторлары арасындағы өшулікті анықтау қажет. Мына формуламен есептейміз:

$$a_{\Sigma} = n_{pc} \cdot a_{pc} + n_{nc} \cdot a_{nc} + a_t + a_{\theta}, \quad (3.10)$$

мұндағы: n_{pc} – тіркеуіш қосқыштың саны, $n_{pc} \approx 3$;
 a_{pc} – шығындар тіркеуіш құралымдарда, $a_{pc} \approx 0,6$ дБ;
 n_{nc} – еместіркеуіш құралымның саны;
 a_{nc} – шығындар еместіркеуіш құралымдарда, $a_{nc} \approx 0,02$ дБ;
 a_t – рұқсат оптикалық талшықтың өшуінің температуралық өзгерістеріне, $a_t = 1$ дБ;
 a_{θ} – рұқсат мінездеменің өзгерісіне компонент телімде бара-бара, $a_{\theta} \approx 5$ дБ.

Ажыратылмайтын құралымның саны мына формуламен есептеміз:

$$n_{nc} = L_{yc} / l_{cd}, \quad (3.11)$$

мұндағы L_{yc} – телімнің ұзындығы, $L_{yc} \approx 9$ м;
 l_{cd} – кәбілдің құрылыстық ұзындығы, бойынша кестеге 3.1 $l_{cd} = 2$ м.

$$n_{nc} = \frac{9}{2} - 1 \approx 3$$

$$a_{\Sigma} = 3 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,02 + 1 + 5 \approx 7,8 \text{ дБ.}$$

Жобаланып отырған "Cisco ME 3600X 24CX" және "Cisco 7603 маршрутизаторлары арасындағы өшулік 7,8 дБ келді.

3.3 Пайдаланылатын қуат есебі

Айнымалы ток қуатын табу үшін (P_{AC}), тұрақты токқа қуатына (P_{DC}) пайдалы әсер коэффициентін бөлгенде (ПӘК) түзетілген құрылғы (0,8 – 0,9).

Бастапқы мәндері есептің қателігі тұтынылатын заттар қуаты 3.2 - кестеде көрсетілген.

Кесте 3.2 - Бастапқы деректерлер алымдылықтың есебі үшін

Жабдық	Саны	Қолданылатын алымдылық, Вт	P_{AC}/P_{DC}
--------	------	----------------------------	-----------------

Радиомодуль «Flexi Multiradio» (PM)	3	790	P_{AC}
Коммутатор (КОМ) «Cisco ME 3600 X 24CX»	1	228	P_{DC}

Алымдылық мына айнымалы қырман формуласымен есептеледі:

$$P_{AC} = P_{DC}/0,8, \quad (3.12)$$

$$P_{AC} = 228/0,8 = 285 \text{ Вт.}$$

Жинақталған қуатты табу үшін $P_{СУМ}$ тұтынылатын жабдық, келісі пайдалы формуласы

$$P_{СУМ} = P_{PM} + P_{КОМ}, \quad (3.13)$$

$$P_{СУМ} = 790 + 285 = 1075 \text{ Вт.}$$

ІН жүгінің қырмананының мағынасы: мына формуламен есептеймін:

$$I_H = P_{СУМ}/U_{ПИТ}, \quad (3.14)$$

мұндағы, $U_{ПИТ}$ – азықтандыр- кернеудің мағынасы, $U_{ПИТ} = 220 \text{ В.}$

$$I_H = 1075/220 = 4,8 \text{ А.}$$

3.3.1 Үздіксіз қорек көзінің айнымалы тоқ есебі

Байланыстың жобалауда - нобайы қоректенудің екі санатына деген қарайды. Екі санатқа байланыстың жүйелері қарайды, үзіліс нешіншінің электроснабжениі халықтың маңызды санының бір қалыпты қызметінің бұзушылығына деген келтіру біледі.

Талаптың қоректенуінің екі санатының байланысының жүйелері үшін электрқоректендіру сенімділігіне мына нәрдің қалпына келтір- ықтимал уақытына және нәрдің кернеуінің ықтимал ауып кетуіне номиналдыдан емес оншама мағналы, сияқты үшін қоректенудің бірінші санат байланыс жүйе үшін. Сол себептен олар шаралар осы қосымша нәрге тоқтаусыз нәрдің бастауларынан уақыт қалпына келтіру және шараның мына кернеудің тұрақтандырғышы ескерілмейді.

4 сағаттың ішінде үздіксіз қоректену көзі жабдықтың автономды жұмысын қамтамасыздандырады [19].

Негізгі стансаны қоректену осы сұлбада (On Line) шоғырлағыштарды батареяның тұрақты кіріндісімен айнымалы ток үзіліссіз қуат беру көзін қолданылады. Кірістік кернеудің ИПБ-ның мәліметтерінде түзеледі және аккумуляторлық батареяның мөлшеріне дейін аласарады. Кернеу бұл ендік-импульстік модуляцияның жолын жәрдемімен тұрақталған синусоидалы кернеу қалыптасқан керілеуіштің кіруін жасайды.

Аккумулятордың қажетті сыйымдылығын есептеп шығару керек (C), келтірілген шартқа төртсағаттық тәртіппен және орта температурасы 20°C :

$$C = \frac{I_p \cdot t_p}{\eta_Q \cdot (1 + 0,008 \cdot (t_{CP} - 20^{\circ}\text{C}))}, \quad (3.15)$$

мұндағы C - аккумулятордың номиналды сыйымдылығы;

I_p - жүктеме тогы (разряда);

t_p - разрядталу уақыт;

η_Q - сыйымдылық қайтарымның еселігі;

20°C - электролиттің температурасы;

0,008 - шоғырлағыштың ыдысы температуралық коэффициент

формула бойымен (I_p) разрядталу токті анықтаймыз:

$$I_p = I_H = 4,8 \quad (3.16)$$

Кесте – 3.3 Сыйымдылық бойынша тарату коэффициенті

t_p , ч.	9	8	7	6	5	4	3	2	1
η_Q	,97	,94	,91	,89	,83	,8	,75	,61	,51

Разрядталу уақыт 4 сағат құрағандықтан, тиісінше $\eta_Q = 0,8$.

Аккумулятордың көлемін есептейміз C :

$$C = \frac{4,8 \cdot 4}{0,8 \cdot (1 + 0,008 \cdot (25 - 20))} = 4,76 \text{ Ач.}$$

Қоректенуді осы сұлбаның өткізуі үшін жақындай алған аз айнымалы ток қуаттың әр түрлі бір фаза ИБП-тары таныстырылған техникалық мінездемелері 4.3 кестеде көрсетілген.

Алынған нәтижелерден шыға үзіліссіз қуат беру көзін таңда өндірушіден «UPStation GTX» 9 Ач-шы аккумуляторлық батареяның ыдысымен «Liebert» және тұтыну қуаты 1050Вт.

Кесте 3.4 - Әр түрлі ҮҚК - ның техникалық мінездемелері

Өрнегі	ДПК	UPStation GXT		PW9120	ULTimate
Өндіруші	Тэнси-Техно	Liebert		Invensys	Powercom
Қуат, кВА	1,0; 3,0	0,7; 1,0; 1,5	2,0; 3,0	0,7;1, 0;1,5; 2,0; 3,0	0,7;1,0; 1,5; 2,0; 3,0
Кіру кернеудің диапазоны, В	220, -27%, +25%	220, ±27%	220-20%, +2 7%	220 -27%, +25%	220 -27%, +25%
Кернеудің шығу нақтылығы, В	220 ±3%	220 ±3%	220 ±3%	220 ±3%	220 ±2%
Қуаттың кіру коэффициенті	0,95	0,95	0,95	0,97	0,98
Қуаттың шығу коэффициенті	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

ҮҚК «GTX2 – 1500RT230» техникалық мінездемесі төмендегі 3.5 кестеде келтірілген.

Кесте 3.5 - ҮҚК техникалық мінездеме «GTX2 - 1500RT230»

Параметрдің атауы	Техникалық мінездемелер
Өрнегі	GXT2 – 1500RX230
Номиналды қуат	1050 Вт
Көлемі (ш×г×в)	87×547×430
Массасы	23,2 кг
Параметрдің атауы	Техникалық мінездемелер
Айнымалы ток қорегінің ену параметрі: – жүктеме 100% - 90 % – жүктеме 70% - 30% – жиілік	176В айнымалы ток /280В айнымалы ток 139В айнымалы ток /280В айнымалы ток 40 – 70 Гц; автоматтық икемдеу
Айнымалы ток қорегінің шығу параметрлері: – кернеу – жиілік – дабылдың пішіні	280/220/230/240 айнымалы ток 50 немесе 60 Гц синусоидалы
Батареяның параметрлері: – түрі	тұмшалы, қызмет көрсетілмейтіні 4/12 В/7,2 Ач

– саны/кернеу/сыйымдылық	100% жүктемеге 95% ыдысқа
– батареяның зарядталу	дейін 5 сағатта толық разрядтан
уақыты	кейін

3.3.2 Автоматты ажыратқыштың есебі

Жобамен жабдықтың төрт тобы көзделген. Автоматты ажыратқыштың және есептің тобының есебі үшін бастапқы 3.6 - кестеде ұсынылған.

Кесте 3.6 - Бастапқы деректер

Топтың нөмірі	Жабдықтың құрамы	Қолданылатын күш, Вт	Жүктің қырманы I_H, A
1	ИПБ ток	1050	4,8
2	жарық	300	1,4
3	кондиционер	300	1,4
4	жылытқыш	400	1,8

I_{SUM} жүгінің соманың қырманы: мына формулаға салынады:

$$I_{SUM} = I_{H1} + I_{H2} + I_{H3} + I_{H4}, A, \quad (3.17)$$

$$I_{SUM} = 4,8 + 1,4 + 1,4 + 1,8 = 9,4 A.$$

Ақырында, санауыш ең көп қырманмен 50 А шығады. Автоматты ажыратқыштың жұмыс істеу тәртібі қырманы реттің үлкен ара 1,25 шығады еш жүктің қырманының және: мына формулаға салынады.

$$I_{сраб} = I_H \cdot 1,25, \quad (3.18)$$

$$I_{сраб.1} = 4,8 \cdot 1,25 = 3,25,$$

$$I_{сраб.2} = 1,4 \cdot 1,25 = 1,75,$$

$$I_{сраб.3} = 1,4 \cdot 1,25 = 1,75,$$

3.7 - кестеде автоматты ажыратқыштың үлгісі берілген.

Кесте 3.7 - Автоматты ажыратқыштың үлгілері

Топтың нөмірі	Автоматты ажыратқыштың үлгісі
1	ВА47 – 29 1Р 8А
2	ВА47 – 29 1Р 2А
3	ВА47 – 29 1Р 2А
4	ВА47 – 29 1Р 3А

3.3.3 Жерлендірудің нобайының есебі

Қорғаныстық жерлендірудің есебінің мақсатымен ұйғарым сан электрод жерлендіру лайықты шаманың қамсыздандыруы үшін жерлендірудің қарсылығының болып табылады.

Қорғаныстық жерлендірудің қарсылығының шамасы 4 Ом грунттар үшін үлесті қарсылықпен 100 Ом·м ($\rho_{ГР} = 100$ Ом·м, саз үшін) ом жоғарлату керек.

Айтылмыш шаманың қамсыздандыруы үшін жеке көпэлектродты жерлестіруші құрылымдар бұрыштама алмастан 50x50x5 қимамен қолданылады және ұзындықпен 5 м.

Жеке жерлендіру қарсылығы шаманы жоғарлатады, сол көпэлектродты жерлендіру пайдаланылады.

Жерлестіруші құрылымның қарсылығының ұйғарымы үшін 3.19 формулаға R_{ω} жеке жерлендіру қарсылығы есептедім

$$R_{\omega} = 0,366 \frac{\rho_{расч.В}}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (3.19)$$

мұндағы $\rho_{расч.В}$ - грунттың есептік үлесті қарсылығы тік үшін жерлендіру, Ом·м;

l мен d - ұзындық және өзектің диаметрі сәйкесінше, м;

T - электродтің(ара жердің бетінен дейін электродтің ортасының), м тереңірек.

Грунттың есептік үлесті қарсылығы тік жерлендіру үшін келесі формуланы пайдаланамыз:

$$\rho_{расч.В} = K_C \cdot \rho_{ГР}, \quad (3.20)$$

мұндағы K_C - тік электродтің маусымдығының, еселігі $K_C = 1,8$;

$$\rho_{расч.В} = 1,8 \cdot 100 = 180 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Климаттық шарттың ықпалының кемуі үшін жерлендірудің қарсылығына басты жерлендіру тереңдікке емес кемірек 0,7 м грунтта орналастырады. Демек, өзектің тереңірек формулаға анықтау болады:

$$T = (l/2) + t, \quad (3.21)$$

$$T = (5/2) + 0,7 = 3,2 \text{ м.}$$

3.19 формула бойынша бір тік электродтың R_{60} кедергісін есептейміз(ұзындығы $l=5\text{м}$; $d=0,05\text{м}$):

$$R_{60} = 0,366 \frac{180}{5} \left(\lg \frac{2 \cdot 5}{0,05} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 3,2 + 5}{4 \cdot 3,2 - 5} \right) \approx 32,94 \text{ Ом.}$$

3.22 формуладан тік электродтарға жақын сандарды біріктіргіш кедергілер сызығын ескермей есептеу керек:

$$n_B = \frac{R_{BO}}{R_H \cdot \eta_B}, \quad (3.22)$$

мұндағы, η_B – тік электродтарды қолдану коэффициенті, $\eta_B = 0,85$;
 R_H - жерленетін құрылғының токтың жайылу нормаланатын кедергісі ($R_H = 4 \text{ Ом}$).

Олай болса тік электродтардың саны шамалап мынаған тең:

$$n_B = \frac{32,94}{4 \cdot 0,85} \approx 10$$

Төмендегі формула бойынша біріктіргіш сызықтың ұзындығын анықтау керек (a мен тік жерлендіргіштің арақашықтығы 5 метр):

$$l_{II} = (n_B - 1) \cdot a, \quad (3.23)$$

$$l_{II} = (10 - 1) \cdot 5 = 45 \text{ м.}$$

Көлбеу орналасқан болат сызығының тік бұрыштық қиманың жерлендіргіш кедергісі мына формуламен анықталады:

$$R_{II} = 0,366 \frac{\rho_{расч.Г}}{l_{II}} \lg \frac{2 \cdot l_{II}^2}{b \cdot t}, \quad (3.24)$$

мұндағы $\rho_{расч.Г}$ - көлбеу орналасқан жерлендіргіш үшін салыстырмалы есептелген кедергі, Ом м;

l_{II} – сызықтың ұзындығы, м;

b – сызықтың ені, м ($b=0,02$ м);

t – сызықтың тереңдігі, м.

3.25 - формаласы бойынша көлбеу орналасқан жерлендіргіш үшін салыстырмалы есептелген кедергіні есептеу керек:

$$\rho_{расч.Г} = K'_C \cdot \rho_{ГР}, \quad (3.25)$$

мұндағы K'_C - көлбеу орналасқан электродтардың маусымдық коэффициенті ($K'_C=4,5$)

$$\rho_{расч.Г} = 4,5 \cdot 100 = 450 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

3.24 - формуладағы мәндерді қойып көлбеу орналасқын жерлендіргіштің кедергісін есептейміз:

$$R_{II} = 0,366 \frac{450}{45} \lg \frac{2 \cdot (45)^2}{0,02 \cdot 0,7} = 20,13 \text{ Ом}.$$

Тік электродтардын және біріктіргіш сызықтардан тұратын, қатар жерлендіргіш құрылғының жалпы кедергісін табу керек:

$$R_{Общ} = \frac{R_{II} \cdot R_{BO}}{R_{BO} \cdot \eta_{Г} + n_B \cdot R_{II} \cdot \eta_B}, \quad (3.26)$$

мұндағы, R_{II} – сызықтың көлбеулі кедергісі (стержень);

R_{BO} – тік электродтың кедергісі (стержень);

n_B – тік электродтардың саны (стержндер);

η_B - тік жерлендіргіштің қолдану коэффициенті (0,85);

$\eta_{Г}$ - көлбеу жерлендіргіштің қолдану коэффициент (0,80).

Тік электродтардын және біріктіргіш сызықтардан тұратын, қатар жерлендіргіш құрылғының жалпы кедергісін табу:

$$R_{Общ} = \frac{20,13 \cdot 32,94}{32,94 \cdot 0,8 + 10 \cdot 20,13 \cdot 0,85} = 3,3 \text{ Ом}.$$

Бұл бөлімде жерлендіргіш контурдың есебі шығарылған, дәлірек айтсақ: вертикаль жерлендіргіштерді мөлшері есептелген, вертикаль

жерлендіргіштерді есептеумен контур кедергінің есептелуі және біріктіруші жолақ $R_{жал}$ жалпы контур кедергі ($3,3\text{Ом} < 4\text{Ом}$) мағына R_H мөлшерінен аспайды, демек жобаланатын объектілер қызмет көрсетушінің денсаулығы үшін қауіпті.

3.4 Қалааралық LTE желісі үшін радиожабдықтар есебі

LTE радио желілерін жоспарлауының процесінде өзгеліктердің сымсыз радиомүмкіндіктің басқа технологияларын жоспарлаудың процестерімен қатар ие болады. Технология OFDM негізінде көп бекетті рұқсат пайдалану жаңа түріндегі басты өзгелік - байланыста қарағанда жаңа ұғымдар көрініп қалады және жобалаудың алгоритмдарын өзгертеді.

LTE радио желісі жоспарлауы қалада таратады, ал бұл демек, абоненттердің тығыздығы төмен болады және әр eNB-дардың территорияларды жабу мақсатымен базалық станциялар максималды түрде бір бірінен алшық орналасуы керек. Осыған байланысты тиісті жиілік ауқымын теріп алуы керек. Осы жағдайда ереже негізге алуы керек, қарағанда жиілік төмен, радиосигналдың таралуы сол әрі қарай Жиілік ауқымы 791-862 МГц мынау міндетті орындау үшін әбден жақындайды. Тип дуплексын таңдаймыз жиілігі – FDD.

3.4.1 Радиожабдықты талдау

Радиожабдықтарды талдау (МДП) желіде барынша ықтимал ысыраптарды есептеуден бастаймыз. Есептелген МДП бұл (ЭИИМ) хабарлағыштың эквивалентті изотропты шығарып жатқан қуатының аралығында айырым және минималды барлық ысыраптарды байланыс каналында есептеудің жанында қабылдағышта дабылдың қалыпты демодуляциясы қамтамасыз етілген түйіндескен жақты қабылдағыш дабылдың қуатымен кіруге қажетті Есептеу МДП ұстанымы 3.3 - суретте көрсетілген [21].



Сурет 3.3 – МДП ның есептеу қағидасы

Есептеуде келесі параметрлерді қолданамыз:

- жүйе желісі: 20 МГц; FDD үшін = 10/10 (DL/UL);
- eNB – әр секторда бір TRX шығу қуаты; TRX = 40 Вт (46 дБм); DL в режиме MIMO 2×2 желісінде жұмыс істейді;
- UE – абоненттік терминал – USB-модем, 4 класс – ЭИИМ 33 дБм;
- кадрлар ұзындығының арақатынасы DL/UL: 100%/100%.

Барынша ықтимал ысыраптарды формула бойынша есептеледі:

$$L_{MDP} = P_{эиим.лрд} - S_{ч.лр} + G_{А.лр} - L_{ф.лр} - M_{прон} - M_{ном} - M_{затен} + G_{хо}, \quad (3.27)$$

мұндағы $P_{экв.х.ш.қ}$ – эквивалентті хабарлағыштың шығарып жатқан қуаты;

$S_{қаб.сез.}$ – қабылдағыш сезгіштік;

$G_{қаб.ан.}$ - хабарлағыштың антеннасы күшейту коэффициенті,

$G_{А.лрд}$: DL = 18 дБи, UL = 0 дБи;

$L_{фд.ж}$ – хабарлағыштың фидер даңғыл жолында жоғалту,

$L_{ф.лрд}$: DL = 0,3 дБ;

$M_{ау.}$ – ауылдық жер үшін жайға дабылдың енуіне қамдап алды, $M_{прон} = 12$ дБ;

$M_{ном}$ – кедергіде қамдап алды $M_{ном}$ ара тәуелділік от жүктің көршілес соттықта нәтижелер жүйелі деңгейдің модельдеуінің анықталады; мағына $M_{ном}$ жүкке 70% көршілес соттықа сәйкеседі. $M_{ном}$: DL = 6,4 дБ; UL = 2,8 дБ; $G_{хо}$ – хэндовердің ұтымы.

Хэндовердің ұтымы дегеніміз - қызмет көрсетілетін ұяшыққа терең замиранийларын пайда болу болған, абоненттік терминал нәтиже тәсілді жақсы сипаттамалары бар ұяшықта хэндовер іске асырылу мүмкін. $G_{хо} = 1,7$ дБ.

$P_{экв.х.ш.қ}$ төмендегі формула бойынша есептеледі:

$$P_{эиим.прд} = P_{вых.прд} + G_{А.прд} - \quad (3.28)$$

мұндағы P_1 - берістің шығыстағы қуаты.

P_1 сызығында “төмен”(DL) LTE-да сайттағы жиілік жолағының еніне тәуелді болады, 1,4-тен 20МГцке дейін ауытқуы мүмкін. 5МГц-ке дейін берісті тиімді таңдап алып, TRX-тің қуаттылығы 20Вт(43дБм) болу керек, ал 5МГц болса (46 дБм) болады. P_1 DL=46дБм UL=33дБм.

DL сызығы үшін

$$S_{эиим.б} = 46 + 18 - 0,3 = 63,7\text{дБм.}$$

UL сызығы үшін

$$P_{эи} = 33\text{дБм.}$$

мына формула арқылы анықталады:

$$DL = P_{эи} + M_{осшпр} + UL \quad (3.29)$$

мұндағы қабылдағыштың жылу шуының қуаттылығы.

$$DL = -174,4\text{дБм} \quad UL = -104,4\text{дБм.}$$

сигнал шуына қабылдағыштың қажетті қатынасы мағынасы “Enhanced Pedestrian A5” арнасы үшін алынған, ал

$$DL = -0,24\text{дб}, \quad UL = 0,6\text{дБ.}$$

L қабылдағыштың шуының коэффициенті:

$$L_{қаб} \quad DL = 7\text{дб}, \quad UL = 2,5\text{дБ.}$$

DL сызығы үшін

$$S_1 = -174,4 + (-24) + 7 = 167,64\text{дБ.}$$

UL сызығы үшін

$$S_1 = -104,4 + 0,61 + 2,5 = -101,29\text{дБ.}$$

3.28 және 3.29 формуласы арқылы алынған нәтижемен МДП-ның мағынасын есептейміз:

DL-сызығы үшін

$$S_f=63,7-(-167.64)-12-6.4-8.7-1.7=205.94\text{дБ.}$$

UL сызығы үшін

$$S_f=33-(-101.29)+18-0.4-12-6.4-8.7+1.7=126.5\text{дБ.}$$

МДП-ның 2 мағынасының ішінен яғни DL және UL сызығы үшін төменгі мәнін таңдап аламыз Радиустың сотымен байланыстың алшақтығын жүргізу үшін енгіземіз. Шектелген сызық байланыс алшақтығы бойынша ережеге сәйкес сызық жоғары болу керек. Байланыс арақашықтығын есептеу үшін Okumura Nata радиотолқын таратушы эмпризмдік моделін қолданамыз Okumura Nata моделінде қалалық ортада радиосигналдың орташа өшуі келесі шарттарда ұсынылады.

3.4.2 eNB ауданының аумақтарына орналасқан жиіліктік аумақтық бөлу және ситуацияның орналасуы

Желінің есептелінген сыйымдылығына, радиоқамту аумақтарын анықтау бойынша информациялық жүктемеге сәйкес Талдықорған қаласына LTE технологиясы бойынша кеңжолақты қатынауды ұйымдастыру үшін 7 базалық станция керек. Қызмет етудің бастапқы кезеңінде әрбір eNB-дің өткізу қабілеттілігі 158 Мбит/с құрайды, ал Семей қаласына округіндегі барлық LTE желісінің өткізу қабілеттілігі 1,106 Гбит/с болады. Желіні іске қосқаннан кейін желіні оптимизациялау кезеңі басталады.

Жоба - ауданның аумағының толық радиоқамтамасыздандыру болып табылмайды. Айтылмыш жобада бастысы - сол ауылдық ауданды төзімді радиосигналымен қамтамасыздандыру. Бұл шартты қарастыра отырып, жергілікті бедерінің өзгешеліктерін ескере, негізгі бекетті орналастырамыз.

eNB негіздік бекетінің қамсыздандыру үшін, қажетті шалғай аймақтарда ауданның төзімді радиосигналымен жоспар бойынша 7 данадан келеді. Осылай желі құрылады, барлық eNB келесі мінездемелерге ие:

- әрбір қабылдағыш қуатты - 40 Вт;
- антенна биіктігі - 72 м;
- TRX қабалдап-таратқышының саны - 3(әр секторға біреуден);
- жүйелі тілкем бір сектор үшін - 20 мгц(10 мгц "жоғары" деген линия үшін және 10 мгц "төмен" деген линия үшін);
- "төмен" деген линия үшін MIMO 4×2 технологиясын қолданады;
- өткізк қабілеттілігі: "төмен" деген линия үшін - 102,9 Мбит/с "жоғары" деген линия үшін - 54,87 Мбит/с.

Жоспарланған желінің жиілігі 791-862 мгц, жиіліктің спектрінің ені 71 мгц келеді. eNB әр секторына 20 мгц келеді. Ақырында, спектрдің бар ені 20 мгц 3 бөлікке бөлінеді, қосымша секторлардан келетін әртүрлі сигналдардан қорғайтын жиілік сызықтары берілген. Спектрдің әрбір үш бөлігі үшін шартты нөмірді береміз және жиіліктің жоспарының нәтижелерін 3.8 кестеге түсіреміз.

Кесте 3.8 –Қаларалық LTE желісінің жиілік кестесі

eNB нөмірі	Сектор	Азимут	Қызмет көрсету аймағының радиусы км	Жеке сектір үшін шартты нөмір
1	1.1	0	9	1
	1.2	120	9	2
	1.3	240	9	3
2	2.1	0	9	1
	2.2	120	9	2
	2.3	240	9	3

3.8 –кестенің жалғасы

3	3.1	0	9	1
	3.2	120	9	2
	3.3	240	9	3
4	4.1	0	9	1
	4.2	120	9	2
	4.3	240	9	3
5	5.1	0	9	1
	5.2	120	9	2
	5.3	240	9	3
6	6.1	0	9	1
	6.2	120	9	3
	6.3	240	9	2
7	7.1	0	9	1
	7.2	120		3
	7.3	240	9	2
8	1.1	0	9	1
	1.2	120	9	2
	1.3	240	9	3
9	2.1	0	9	1
	2.2	120	9	2
	2.3	240	9	3
10	3.1	0	9	1
	3.2	120	9	2
	3.3	240	9	3

11	4.1	0	9	1
	4.2	120	9	2
	4.3	240	9	3
12	5.1	0	9	1
	5.2	120	9	2
	5.3	240	9	3
13	6.1	0	9	1
	6.2	120	9	3
	6.3	240	9	2
14	7.1	0	9	1
	7.2	120	9	3
	7.3	240	9	2

LTE желісін кіргізіп жүйеге енгізген соң, келесі кезеңде оны тұрақтандыру орындалады, орындалу барысында жасалынған жоспарды түзету орын алуы мүмкін. Нақтырақ айта кететін болсақ: желінің өткізгіштік қасиетінің күшеюі, радиомодуль биіктігінің өзгеруі, радиомодуль қуатының сәулеленуінің күшеюі немесе кемуі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада қалалық орталарда 4G технологиярын және сигналдарға кедергі әсерлерін зерттеу қарастырылды. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде қойылған мәселе бойынша жобаның тақырыбы бойынша мәселелерді аналитикалық зерттеу келтірілді. LTE технологиясының болашақта келешегі бар технология десекте болады. 802.16 хаттамасы негізіндегі желілер түгелдей қалалар мен елдерді қамтиды. IEEE-де жасалған спецификацияларда бұл стандарттың әрекет ету нүктелерінің радиусы елу километрге дейін жететіндігі көрсетілген, бұл оларды мобильді байланысқа арналған ұяшықтар секілді орнатуға мүмкіндік береді. 802.16 хаттамасы мегаполистер деңгейіндегі сымсыз байланысты ұйымдастыру үшін жасалған және «соңғы мильдің» провайдерлік мәселесін шешуге арналған, сондай-ақ жаңа қосылуларға кететін қаржылық шығындар мен уақыттық шығындарды қысқартуға арналған.

Екінші бөлімде берілістері LTE-стандарттарына сәйкес желіні модельдеу тәсілдерін қолдану арқылы тиімді шешімін анықталды. 3GPP LTE технологиясын талдау. LTE транспорттық желілердің коммутациялық жабдықтарын өндіретін компаниялардың сипаттамасы жасалды.

Үшінші бөлімде жоба бойынша техникалық есептеулер бөлімі қарастырылды. Желінің өткізу жолағының есептелді. Бұл бөлімде жерлендіргіш контурдың есебі шығарылған, дәлірек айтсақ: көлбеу жерлендіргіштерді мөлшері есептелген.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бабаков В. Ю., Вознюк М. А., Михайлов П. А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.
- 2 Вишневецкий В. М., Портной С. Л., Шахнович И. В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. – М.: Техносфера, 2009.
- 3 Гельгор А. Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.
- 4 Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г. Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2010.
- 5 Кааринен Х. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы. – М.: Техносфера, 2007.
- 6 Печаткин А. В. Системы мобильной связи. Часть 1. – РГАТА, Рыбинск, 2008.
- 7 Тихвинский В. О., Терентьев С. В., Юрчук А. Б. Сети мобильной связи LTE: технология и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010.
- 8 Севастьянов Б.В., Лисина Е.Б. Учебно-методическое пособие для выполнения раздела «Безопасность и экологичность проекта» в дипломном проектировании. - Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2002. – 61 с.
- 9 Девицына С. Н. Методическое указание по дипломному проектированию по специальностям: «Сети связи и системы коммуникаций». – Ижевск. Изд-во ИжГТУ, 2006.
- 10 Трибушная В.Х. Учебно-методическое пособие для выполнения раздела «Технико-экономическое обоснование дипломного проекта» - Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2002. – 25 с.
- 11 Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика, теория и практика. – М.: Кудиц – Пресс, 2008.
- 12 ГОСТ 464-79, «Заземления для стационарных установок проводной связи, радиорелейных станций, радиотрансляционных узлов и антенн систем коллективного приема телевидения».
- 13 РД 45.162-2001. Комплексы сетей сотовой и спутниковой подвижной связи общего пользования.
- 14 Абдул Базит. Расчет сетей LTE. – Хельсинский технологический университет, 2009.
- 15 Farooq Khan. LTE for 4G Mobile Broadband. Air Interface Technologies and Performance. – Cambridge University Press, 2009.
- 16 Harri Holma, Antti Toskala. LTE for UMTS. OFDMA and CS-FDMA Based Radio Access. – John Wiley Ltd, 2009.
- 17 Stefania Sesia. LTE. The UMTS Long Term Evolution. From Theory to Practice. – John Wiley Ltd, 2009.
- 18 3GPP TS 36 104: «E-UTRA Base Station (BS) radio transmission and reception» (Release 9). April 2011. 80

19 www.cisco.com – официальный сайт в сети Интернет компании «CiscoSystems».

20 www.forum4g.ru – форум о 4G: WiMAX и LTE.

21 www.mforum.ru – мобильный форум России.

ҚЫСҚАРТУЛАР ТІЗІМІ

3GPP – 3G Partnership Project Long Term Evolution – ұзақ мерзімді эволюция перспективасы

eNB – LTE стандартының базалық станциясы

E-UTRAN – LTE стандартының радио байланыс желісі

ETSI – Телекоммуникациялық технологияның еуропалық институты

FDD – (Frequency Division Duplex), жиілік бойынша мәліметті тарату-қабылдау

GERAN – GSM/EDGE радио қолжетімділік желісінің стандарты

GSM – ұялы байланыстағы басты жүйе

TDD – (Frequency Division Duplex), жиілік бойынша мәліметті тарату-қабылдау.

UMTS – әмбебап ұялы байланыс жүйесі

WCDMA – Кең жолақты көптік рұқсат етілген кодты бөлінген каналдар

CMR – құрастыру-жөндеу жұмыстары

ЦП – циклдік префикс

BWA – жолақты сымсыз байланыс жүйесі.

CSMA/CD(carrier sense multiple access with collision detection) – Ethernet желісінің ортасына қатынау нүктесі

DSSS – (Direct Sequence Spread Spectrum)- жиілік диапазоны, түзу тізбектелген тәсілмен ұлғайған спектр. 802.11 стандартты желіде қолданылатын модуляция тәсілі

DSL – (Digital Subscriber Line), абоненттік цифрлық линия

ETSI – электробайланыс саласындағы стандарттардың Еуропалық институты.

Ethernet – IEEE 802.3 стандарты, сымды желілердің 10 Мбит\с жылдамдықта хабар таратуды регламентирлейді.

FEC – кодтау технологиясы

FFT – (Fast Fourier Transform), жылдам Фурье түрлендіруі.

IDU – ішкі модуль.

ISDN – интегралдық цифрлық желідегі қызмет ,

LAN – Local Area Network – жергілікті желі,

MAC (Medium Access Control) – Деректерді тарату ортасын бірлесіп пайдалануды реттеу жоғары деңгейде анықталады

NLOS – шағылысу кезіндегі тіке көріністің шарты.

ODU – сыртқы модуль.

QAM – квадратуралы амплитудалы модуляция.

OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) – ортогональды тасушыны қолдана отырып мультиплекстеу.

QoS – қызмет көрсету сапасы.

R-UIM – Removable User Identity Module — қолданушының ауыстырмалы идентификационды карточкасы.

STC – кеңістік уақыттық кодалау.

SU – абоненттік құрылғы.

T1 – белгіленген телефондық линия.

TDD – (Time Division Duplex), уақыт бойынша мәліметті тарату- қабылдау.

VoIP – IP H.323 протоколында дыбыстың таралуы.

Wi-Fi – (Wireless Fidelity) сымсыз байланыс

WLAN(Wireless Local Area Networks) – сымсыз жергілікті желі

WWAN (Wireless Wide Area Network) – кең таралатын сымсыз желілер

WPAN(Wireless Personal Area Network) – Дербес желі

WiMAX – кең жолақты сымсыз байланыс жүйесі.

WLL – (Wireless Local Loop) сымсыз қатынас құру жүйелер

КЖТС – ең көп жүктеме түсетін сағат

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Әлдибек Аружан

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: **Қалалық орталарда 4G технологиярын және сигналдарға кедергі әсерлерін зерттеу**

LTE технологиясы Қазақстанда «ALTEL 4G» белгісімен іске қосылды — бұл қазіргі заманның «4G LTE» мәліметтерді жіберудің технологиясының базасында жасалған және бизнес, ойын-сауық, хабарласу, оқу және әлемдік желі мүмкіндіктерінің толық спектрі үшін Интернет желісіне жоғары жылдамдықты қатынауды пайдалануға арналған жайлы, түсінікті, оңай және тиімді ұсыныстар жасауға мүмкіндік беретін инновациялық өнім. LTE технологиясы мәліметтерді алдынгы технологиялардың жылдамдығынан он есе артық жылдамдықпен жіберуге мүмкіндік береді.

Бірінші бөлімде қойылған мәселе бойынша жобаның тақырыбы бойынша мәселелерді аналитикалық зерттеу келтірілген.

Екінші бөлімде берілістері LTE-стандарттарына сәйкес желіні модельдеу тәсілдерін қолдану арқылы тиімді шешімін анықтау. 3GPP LTE технологиясын талдау.

Үшінші бөлімде жоба бойынша техникалық есептеулер бөлімі қарастырылған. Қалалық орталарда байланыс желісінің сұлбасын құру.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Әлдибек Аружан алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Диплом алдындағы қорғауға жіберілді.

Ғылыми жетекші
ЭТЖҒТ каф, ассистенті



Ж.М. Досбаев

(колы)

« 03 »

03

2019 ж.

Сәтбаев университеті

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ

ПІКІРІ

дипломдық жоба

Әлдибек Аружан

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: **Қалалық орталарда 4G технологиярын және сигналдарға кедергі әсерлерін зерттеу**

LTE технологиясы Қазақстанда «ALTEL 4G» белгісімен іске қосылды — бұл қазіргі заманның «4G LTE» мәліметтерді жіберудің технологиясының базасында жасалған және бизнес, ойын-сауық, хабарласу, оқу және әлемдік желі мүмкіндіктерінің толық спектрі үшін Интернет желісіне жоғары жылдамдықты қатынауды пайдалануға арналған жайлы, түсінікті, оңай және тиімді ұсыныстар жасауға мүмкіндік беретін инновациялық өнім. LTE технологиясы мәліметтерді алдыңғы технологиялардың жылдамдығынан он есе артық жылдамдықпен жіберуге мүмкіндік береді.

Бірінші бөлімде қойылған мәселе бойынша жобаның тақырыбы бойынша мәселелерді аналитикалық зерттеу келтірілген.

Екінші бөлімде берілістері LTE-стандарттарына сәйкес желіні модельдеу тәсілдерін қолдану арқылы тиімді шешімін анықтау. 3GPP LTE технологиясын талдау.

Үшінші бөлімде жоба бойынша техникалық есептеулер бөлімі қарастырылған. Қалалық орталарда байланыс желісінің сұлбасын құру;

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Әлдибек Аружан алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Жалпы дипломдықжобаны "95/А/өте жақсы", деп бағалап, ал студент Әлдибек Аружан 5B071900 - «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры біліктілігіне сай.

Ғылыми жетекші

ЭТжҒТ каф. ассистенті



Ж.М. Досбаев

(қолы)

«15» 05

2019 ж.

СЫН – ШІКІР

дипломдық жоба

Әлдибек Аружан

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: **Қалалық орталарда 4G технологиярын және сигналдарға кедергі әсерлерін зерттеу**

Орындалды:

а) графикалық бөлімі 23 бет;

б) түсіндірме жазбасы 68 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Дипломдық жобада Әлдибек Аружан Қалалық орталарда 4G технологиярын және сигналдарға кедергі әсерлерін зерттеу қарастырған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде қойылған мәселе бойынша жобаның тақырыбы бойынша мәселелерді аналитикалық зерттеу келтірілген.

Екінші бөлімде берілістері LTE-стандарттарына сәйкес желіні модельдеу тәсілдерін қолдану арқылы тиімді шешімін анықтау. 3GPP LTE технологиясын талдау.

Үшінші бөлімде жоба бойынша техникалық есептеулер бөлімі қарастырылған. Қалалық орталарда байланыс желісінің сұлбасын құру;

Төртінші және бесінші бөлімдерде экономика және еңбек қорғау сұрақтары қарастырылды.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өндеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

Жұмыс бағасы

Жалпы, дипломдық жұмыс "95/А/ өте жақсы" деген бағаға, ал студент Әлдибек Аружан 5B071900 - РЭТ мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензия беруші

ҚазҰАУ, ӘЖА каф.

доктор PhD,

қауымдастырылған профессор

А.Ә.Ә. Әлібек

» _____ 2019 ж.

