

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

«29» 04 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Алматы қаласы Наурызбай ауданына LTE технологиясын қолдану арқылы желілерді жалғастыру»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:



Каришев А.Б.

Рецензия беруші

 Юсупова Г.М.

Туран университеті

РЭТ каф., ассоц проф, PhD

«29» 04 2019 ж.



Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф. техн.ғыл.маг.,

лекторы

 Джунусов Н.А.

«29» 04 2019 ж.

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

«08» / 02 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Каришев Алишер

Тақырыбы: Алматы қаласы Наурызбай ауданына LTE технологиясын қолдану арқылы желілерді жалғастыру.

Университет ректорының «16» қазан 2018 ж. №1162-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «21» 09 2019 жыл.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын LTE технологиясының қолдану мазмұны радиожілік диапазоны, LTE желісінің интерфейсі.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1) LTE технологияларының қалыптасу мүмкіндігі;

2) LTE желісінің Алматы қаласы Наурызбай ауданына байланыстың ұйымдастырылуының жобаланған схемасы;

3) LTE желілерінде MIMO технологиясын енгізу;

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызбалық материалдар LTE желісіндегі MIMO технологиясының сызбасы көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер тізімі:

Бабаков В. Ю., Гельгор А. Л., Гольдштейн Б. С., Печаткин А. В.

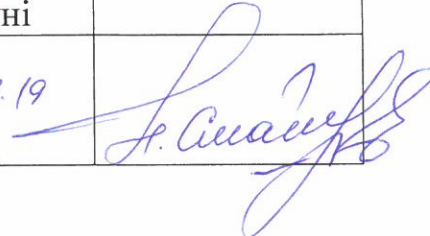
дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
GSM және LTE негізгі техникалық қасиеттері	8.02.2019	КСОҚ
LTE желісінің жабдықталуын таңдау	22.03.2019	КСОҚ
Алматы қаласы Наурызбай ауданына байланысты ұйыдастыруға арналған есептеулер.	21.04.2019	КСОҚ

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

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	Н.К Смайлов. PhD., докторы, сениор лектор	29.04.19	

Ғылыми жетекшісі _____

(қолы)

Н.А Джунусов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____

А. Каришев

Күні “25” Сызп 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмысым LTE технологиясын таңдай отырып, Алматы қаласының Наурызбай ауданында ғаламтор желілерін сымсыз қатынауды ұйымдастыру мәселесін шешу жолдары қарастырылады.

Қажетті жабдықтарға талдау жүргізіліп, керекті құрал-жабдықтар таңдалынды, негізгі стансаның жабу аймақтары мен жобаланған желіге түсетін жүктемелер тарату трассасындағы қуаттар мен сигнал шығындарын және байланыс сапаларын бағалау параметрі толықтай есептелінді.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа будет сфокусирована на способах решения проблемы беспроводного доступа в Интернет в Наурызбайском районе Алматы путем выбора технологии LTE.

Необходимое оборудование было проанализировано, выбрано необходимое оборудование, пропускная способность базовой станции и нагрузка на назначенную сеть рассчитаны для пропускной способности и стоимости сигнализации и качества связи.

ANNOTATION

This thesis will focus on how to solve the problem of wireless Internet access in Nauryzbai district of Almaty by choosing LTE technology.

The necessary equipment was analyzed, the necessary equipment was selected, the capacity of the base station and the load on the assigned network were calculated for the capacity and cost of signaling and communication quality.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 GSM және LTE негізгі техникалық қасиеттері	10
1.1 GSM және LTE стандартына шолу	10
1.2 LTE технологияларының қалыптасу мүмкіндігі	11
1.3 LTE технологиясының басты сипаттамаларына шолу	13
1.4 Тапсырманың қойылымы	15
1.5 LTE желісінің радиоинтерфейсі	16
1.6 LTE технологиясының радиожиіліктік диапазоны	18
1.7 LTE стандартының GSM стандартымен өзара әрекеті	18
1.8 LTE желілерінде MIMO технологиясын енгізу	19
2 LTE желісінің жабдықталуын таңдау	21
2.1 Көлік желісінің құрал-жабдықтарын таңдау	21
2.2 Басқарушы жабдықты таңдау	27
2.3 eNode Band LTE негізгі станциясының жабдықтар тізімі	30
3 Алматы қаласы, Наурызбай ауданы байланысты ұйыдастыруға арналған есептеулер	34
3.1 Желінің өткізу мүмкіндігін есептеу, әлеуетті абоненттер санын есептеу	34
3.2 Алматы қаласы, Наурызбай ауданы территориясындағы LTE желісілеріне арналған жабу зоналарын есептеу	39
3.3 LTE желісінің Алматы қаласы, Наурызбай ауданындағы байланыстың ұйымдастырылуының жобаланған схемасы	44
Қорытынды	46
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	48
Қосымша А	
Қосымша Б	
Қосымша В	

КІРІСПЕ

Соңғы жылда желідегі технологияның пайда болуын қамту аймағы және желілерде компьютердің қосылуларының мүмкін әдісінің көбеюіне және интернет желілеріне қосылу әдісінің ұлғаюуына әкелді. Есептеуде қуатқа сәйкес кежылән мәтіндік және графикалық мәліметтерді өңдеу үшін керек серверден ұялы компьютерлерге дейін кез-келген бөлек құрылғы желілік интерфейстермен жабдықталған. Әртүрлі байланыс технологиясының, тұрақты немесе ұялы, қарқынды дамуын адамдардың интернет желілеріне деген жоғары қызығушылықтарымен байланысты.

Мәлімен алмасу заманында уақытпен бірге дамып жатырған глобальді желілердің рөлдері анық және дәлелді керек етпейді. Ғаламтор желісі арқылы адамдар әрекет жасауға, сөйлесуге, ақпарат алмасуға, ағындық файлды қарастыруға, аудио жазбаны жазуға және муниципалды мекеме мен ақылы фирмадың қызметін қолдануға мүмкіндіктері бар.

Қазақстанда глобальді желілерге қатынау мүмкіндігі сол аймақтың кеңдігіне байланысты кейбір проблемалары бар. Ірілеу және орташа аумақта жеке қажеттіліктері негізіндегі керекті тарифтерді таңдау арқылы адамдар интернет желілеріне қосылады. Сонымен бірге қалалық тұрғындарда сымсыз және сыммен қатынауға таңдау мүмкіндіктері бар. Кішігірім қала мен ауылда бұл жағдай біршама нашарлау болады. Байланыс операторы жоғары сапалы ғаламторға қатынау және телефондармен қамтуды жақсартуға тырыспайды, көрсетіліп отырған байланыс сапасы төмендеу болады.

Ауылдық мекендерді жоғары жылдамдықты ғаламтор желісімен қамту болашағы зор түрдің бірі – ол төртінші буынды мобильді жылжымалы радио байланыстарды құру (яғни 4G). Бұл мәселелерді шешудің ең дұрымы 4G эталондары болып сымсыз LTE желілерін әзірлеу болып саналады.

Деректі жіберу жылдамдықтың өсуі, ұялы байланыс желісінің өткізу мүмкіндігінің өсуі, заманауи абоненттің үміті мен өкіжылтілігінің өсуі - жұмыстардың өзектіліктері болып табыла алады. Ал мобильді өндіріс ғылыми-техникалық жетістіктерді игеріп отыр. Қазіргі LTE желісі жылдамдықтың ең жоғарғы сатысын көрсетіп келеді 100-150 Мбит/с шамасында.

LTE (ағылшын тілінде Long Term Evolution – ұзақ мерзімдердегі мүмкіндігі бар эволюциялар) – үшінші буынды желінің 3GPP (3G Partnership Project) жасалуындағы бірлескен жұмыстардың масштабтарында жасалған сымсыз байланыс желісінің шығарылымын әзәрлеу. LTE технологияларының зерттелуінің басты мақсаты болып: ақпаратты жіберу жылдамдықтарын арттыру, мәліметті жіберу бағаларын төмендету, ең төменгі баға негізіндегі көп қызмет түрін ұсыну, икемділіктерді және ұялы байланыстың жүйесінің тығыз пайдалануларын жоғарылату.

LTE стереотиптерінің ұялы байланыстардың басқа түрінен басты айырмашылықтары – желілердің толықтай IP-технологиялар базасында орнатылулары болып табылады.

1 GSM және LTE негізгі техникалық қасиеттері

1.1 GSM және LTE стандартына шолу

GSM стререотипінің ұялы байлыныс желісінің кемшілігі – мәліметтер жіберудің төмен жылдамдығы (максималды 9.6 кбит/с). Бұл үрдісіті жүзеге асырудың кемшілігі – деректерді жіберу үшін абонентке 1 дауыс арнасы беріледі, ал биллинг қосылу уақытына байланысты орындалады (тарифтер бойынша айырмашылығы шамалы).

90-шы жылдардың басында GSM European Telecommunication Standards Institute (ETSI) компаниясына берілді. 1991 ж. ортасынан бастап ақылы түрде ендіріле бастады. Уақыт өте келе стандарттың бір түрі Солт. Америкада танымал бола бастады. Ал GSM аббревиатурасы Global System for Mobile деп түсіндіріле бастады. Еуропада мобильді теминалға қосылудың 890-915 MHz және 935-960 MHz жиілік спектрлері қолданылады. Қосылу TDMA/ FDMA құрамдастырылған әдісі бойынша орындалады.

Ені 25 MHz жиілік спектрінде 200 kHz интервалға бөлінген 124 көтеруші орналасқан. Кез-келген базалық станция бір немесе бірнеше жиіліктерге біріктірілген. Мәліметтерді ұсыну уақытша бойынша бөлінген. Ақпарат ұзақтығы 0,577 мс 8 құраушыдан (қысқа мерзімді слот) тұрады. Осындай көлемді слотқа енгізілген мәліметтерді – пакет деп атайды. 1 көтерушібірден бірнеше арнаға қызмет етеді. Арналар: тек бір ұялы терминалға қосыла алатын өзіндік және күту режиміндегі барлық құрылғыларға қосылу мүмкіндігі бар басқарушы болып бөлінеді. Мәліметтер Traffic Channel (TCH) арқылы ұсынылады. Ол 1-тоқа жатады және 26 фреймнен тұратын, ұзақтығы 26 мс мультифреймнің минималды құрылымдық бірлігі ретінде пайдаланылады. Терминалдардың электроникасын оңайлату үшін бәсеңдейтін және өрлеме мультифреймдер жүйелі түрде таратылады және 3 слотқа тең үзіліске бөлінген. Бұдан GSM желісіне толықдуплекті қосылудың мүмкін емсетігі көрінеді. Техникалық сипаттамалары бойынша TCH арналарының келесі түрлері бар: дауыстық - 14,4 Kbps, мәліметтер - 9,6 Kbps, 4,8 Kbps және 2,4 Kbps, сонымен қоса CBCN - Cell Broadcast Channel. Мәліметтерге 14,4 Kbps жылдамдығына жету блоктарының атаулы құрылымын жою және қателерді түзеудің арнайы алгоритмдерінің көмегімен жүзеге асырылады. GSM цифрлық желі болғандықтан, дауыстық емес мәліметтерді жіберу үшін қосымша модем қажет емес.

Мәліметтерді жіберудің жоғары жылдамдықтарында ұялы пайдаланушылардың қажеттігі, ұялы трафиктің қолдану кенет өсуі, "қиын" контент, жаңа ұялы құралдардың нарыққа шығуы және сатылымының өсуі (заманауи телефондар, планшетты дербес компьютерлер және т.б.) – операторларды ұялы қамтудың абсолютті технологиясы ретінде LTE-A ендіруге бағыттайды. LTE желісінің операторлары салынған инвестициялардың

қайтарылуын жүзеге асырып жатырғандықтан, LTE-A жаппай ендірілуі шұғыл мәселе емес.

LTE технологиясының эталон ретінде зерттелуі 2004 жылдың соңында басталған болатын. Мәліметтерді жіберудің жоғары жылдамдығын қамтамасыз ететін физикалық мәннің технологиясын таңдау – зерттеушілер үшін негізгі мәселе болды. 2 нұсқа ұсынылды: HSPA желілерінде әлдеқашан қолданылып жүрген W-CDMA, және OFDM – радиоинтерфейстің жана әзірлемесі. Жасалған талдаулардан кейін OFDM (Orthogonal frequency – division multiplexing) – арналардың ортогоналды жиілік бөлу мультимплексі технологиясын қолдану шешілді.

2006 жылдың басында 3GPP жоспары E-UTRA (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access) радиоинтерфейсіне алғашқы спецификациясы жасалған болатын. Бұл спецификация 3GPP Release 7 базасына кірді. 2008 жылдың желтоқсан айының басында LTE желісінің жоғары функционалды және құрылыстық талаптарына жауап беретін 3GPP Release 8 стереотипінің нұсқасы қабылданды. 2009 жылдың орталарында года LTE негізіндегі алғашқы жасанды жүйелер байқалды. 2009 жылдың соңында Telia Sonera шведтік телекоммуникациондық фирмасы Ericsson фирмасымен бірігіп Стокгольм мен Осло қалаларында әлем бойынша бірінші коммерциялық желінің іске қосылуын жариялады.

Қазіргі таңда LTE стандартының желілері әлемнің 80 елінде бар және олардың саны өсуде.

Қазақстанда LTE стереотипі желілерінің орнатылуы – ұялы байланыс компания-операторларына жиілік ресурстарын тарату проблемаларымен байланысты тоқтатылған. 2012 жылы желтоқсанның 25-і «Алтел» фирмасы Алматы қаласында Қазақстандағы алғаш LTE желісін орнатты.

1.2 LTE технологияларының қалыптасу мүмкіндігі

Қарапайым телефон байланысына қарағанда, GSM пайдаланушысына мәліметтерді жіберудің түрлі ұсыныстары беріледі. GSM абоненттерінің ISDN абоненттерімен X.25 қамтудың әртүрлі әдістерін және хаттамаларын қолдану арқылы ақпарат алмасуға мүмкіндіктері бар. Факс-құралын қолдану арқылы жүзеге асырылатын факсимильді ақпараттарды жіберу мүмкіндігі бар. Ескі аналогтық жүйелерде болмаған GSM негізсіз мүмкіндігі – уақытша деректерді сақтау режимінде беріжылін 160 б дейін қысқа SMS хабарламаларды (Short Message Service) екі жақты қамтамасыз ету болып табылады.

Әдетте бұл сұхбаттасушының дауысының шығу сапасына (сөзді кодтау және жіберу сапасы), абоненттің аутентификациясына және автоматты роумингқа байланысты болады.

Аталғандардан басқа, бұл:

- SIM-карталарды өзара байланыстың ұсынтарын және арналардың қамтуын қамтамасыз ету үшін қолданылуы;

- жіберілген ақпараттың кодталуы;
- тыңдалмайтын радиоинтерфейс
- криптографиялық әдістер бойынша абоненттік құралдардың идентификациясы және абоненттің аутентификациясы;
- сигнализация арналары бойынша жіберіжылін қысқа ақпараттар жіберу қызметін ендіру;
- интернационалдық және мемлекеттік масштабта әртүрлі GSM желілері абоненттерінің автоматты роумингі;
- GSM абоненттерінің DCS1800, PCS1900, DECT стереотиптер желісінің абоненттерімен, сонымен қатар Globalstar жеке радиобайланыстың серіктік желісімен желіаралық роумингі.

LTE стереотипі – икемділігі жоғары эфирлік интерфейс болып табылады. Желі түрінің атауы – E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network – жердегі көпмақсатты дамушы радиоқатынау желісі).

Төменде LTE технологиясының негізгі параметрлері көрсетілген:

1 Жанжақты қатынау технологиясы:

- тікелей арна (Downlink – DL) – OFDMA;
- кері арна (Uplink – UL) – SC-FDMA;

2 Жиіліктің жұмыс диапазоны: 450 МГц; 700 МГц; 800 МГц; 1800 ; 2,1 ГГц; 2,4 - 2,5 ГГц; 2,6 - 2,7 ГГц;

3 Бит жылдамдығы:

- тікелей арна (DL) MIMO 2TX×2RX: 100 - 300 Мбит/с;
- кері арна (UL): 50 - 172,8 Мбит/с.

4 Радиоарна жолағының ені: 1,4 - 20 МГц.

5 Ұяшық радиусы: 5 – 30 км.

6 Ұяшық сыйымдылығы (число обслуживаемых абонентов):

- 5 МГц жолағына 200-ден астам қолданушы;
- 5 МГц артық жолақта 500-ден астам қолданушы.

7 Мобильділік: қозғалыс жылдамдығы 250 км/ч дейін.

8 MIMO сипаттамасы:

- тікелей арна (DL): 2TX×2RX, 4TX×4RX;
- кері арна (UL): 2TX×2RX.

9 Кідіріс мәні (latency): 5мс.

10 Спектрлік тиімділік: 5 бит/сек/Гц.

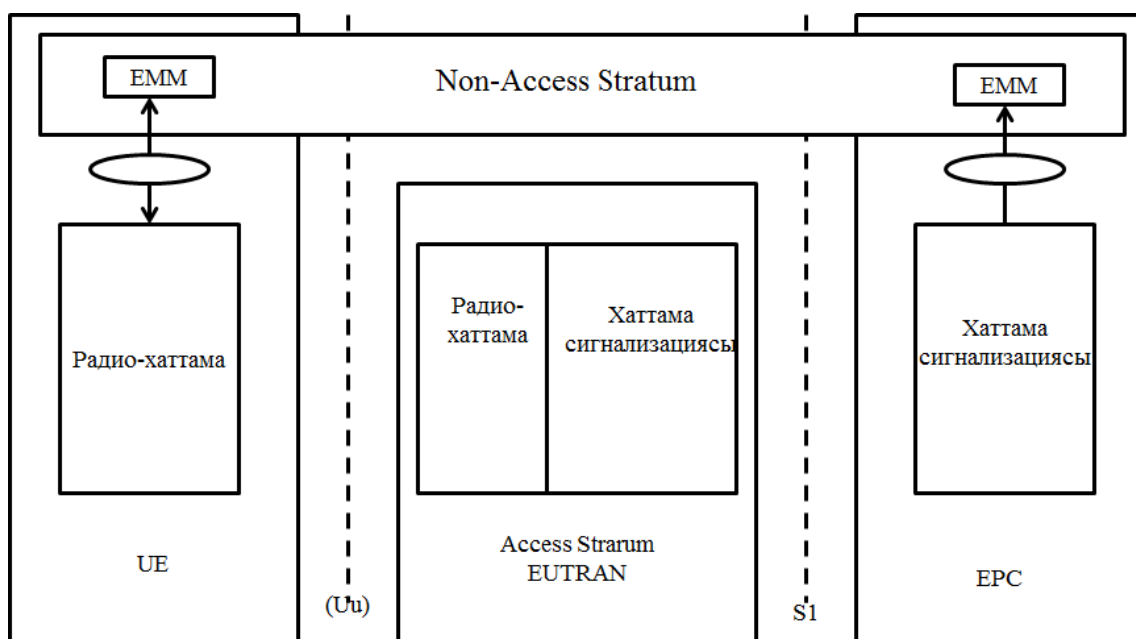
11 Модуляцияның қолжетімді типтері:

- тікелей арна (DL): 64 QAM, QPSK, 16 QAM;
- кері арна (UL): QPSK, 16 QAM.

12 Арналардың дуплексті бөлінуі: FDD, TDD.

1.3 LTE технологиясының басты сипаттамаларына шолу

LTE желісінің архитектурасы «жіксіз» шұғылдылықты пакет трафигінің қолжетімділігін қамтамасыз ететіндей, пакеттердің минималды кідірулермен және алдын алудың жоғары нышаны болатындай әзірленген. LTE стереотипінің жасаушының басты мақсаты – желінің мүмкін оңтайландырылуы және 3G UMTS жүйесіне тән айрықша желілік хаттамалардың қайталанатын функцияларын жою.

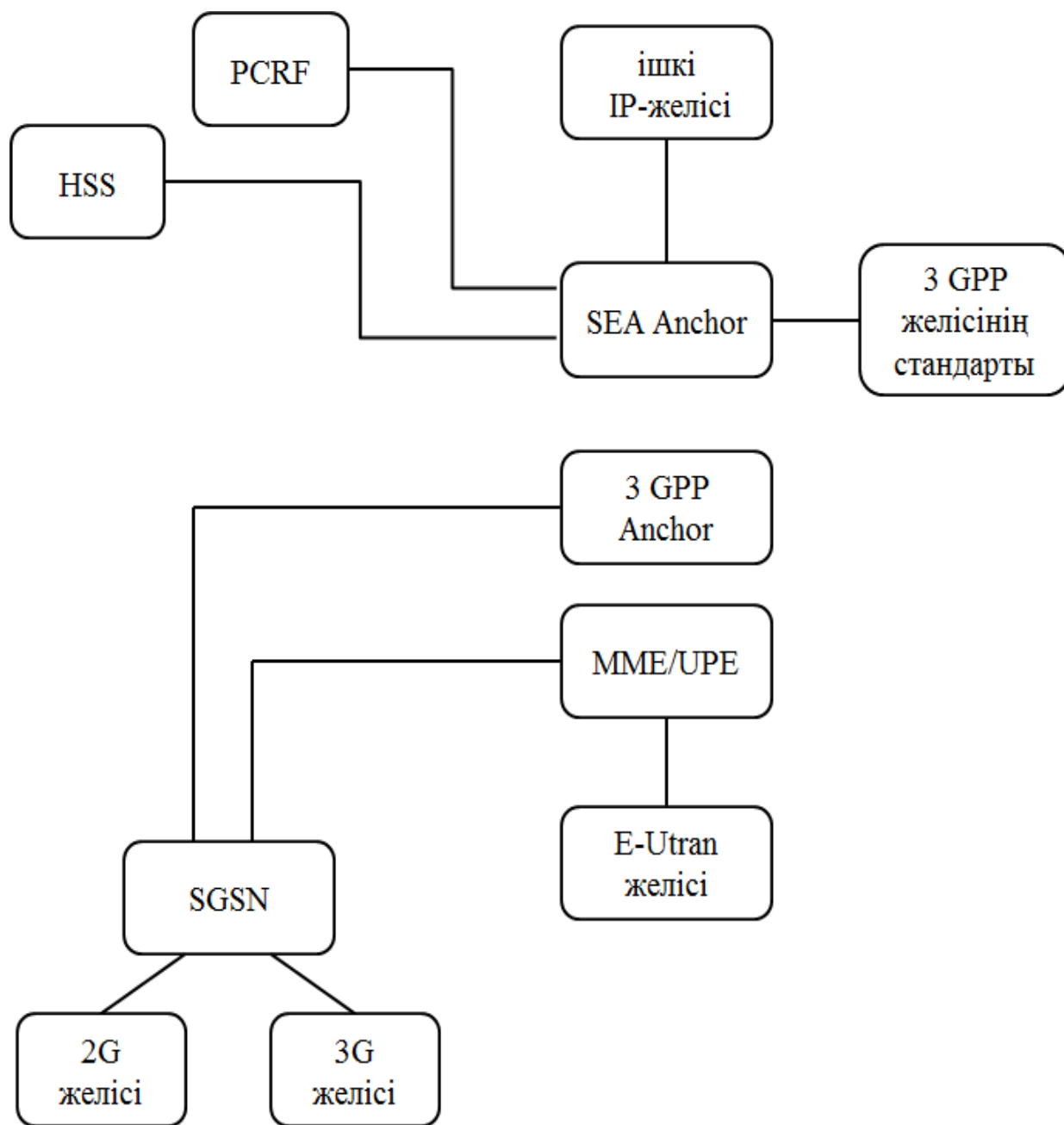


Сурет 1.1 - LTE стандартының қорытынды құрылымы

LTE стандартының архитектурасы барлық желілік әрекеттестігі 2 торап арасында жүреді: базистік станция (eNB) және GW (Gateway) желілік шлюзі бар қуатты басқару ұтқырлығы (MME).

LTE желісі физикалық деңгейде 2 компоненттен тұрады: E-UTRAN радиоқатынау желісі және SAE (System Architecture Evolution) базистік желісі.

E-UTRAN желісі eNB базистік станцияларынан тұрады. Базистік станциялар толық байланысты желінің бөлшегі болып саналады және «кез-келген – кез-келгенімен» типімен жалғанған. Кез-келген eNB пакеттердің коммутациясы типі бойынша жасалған SAE базистік желісі бар S1 интерфейсіне ие. LTE желісінде eNB келесі функцияларды атқарады: радиоресурстарды басқару, пайдаланушы мәліметтердің ағымын шифрлау, қызмет көрсету шлюзіне бағытталған мәліметтер пакетінің пайдаланушылық жазықтығының маршрутизациясы, диспетчерлеу және шақыру мен хабарламалық ақпаратты ұсыну, ұтқырлықты басқару үшін баяндаманы құру және өлшеу.



Сурет 1.2 - SAE базалық желісінің архитектурасы

ЕРС (Evolved Packet Core) болып аталатын SAE, базистік желісі MME және UPE заңнамалық бөлшектерінен тұратын MME/UE торабына ие. MME (Mobility Management Entity) заңнамалық құраушысы абонеттік терминалдың ұтқырлықты басқаруына жауап береді және C-plane жазықтығын басқару хаттамасы көмегі арқылы базистік станциялармен өзара әрекет етеді. Бұдан бөлек, MME eNB бағытталған шақыру хабарын (paging) бөледі, жазықтықты басқару хаттамаларын басқарады, абонеттік терминалдарға жеке номер

тағайындайды, желінің сақталуына кепілдік береді, роумингті басқарады және абонеттердің хабарларының шынайылығын тексереді.

UPE (User Plane Entity) заңды құраушысы U-plane пайдаланушының хаттамасының жазықтығына сай пайдаланушыларды тапсыруға жауапты. UPE құраушысы келесі функцияларды атқарады: IP-хаттамаларының тақырыбын қысқарту, оларды шифрлау, пакеттердің терминациясы.

SAE базистік желісінің сәужылі – LTE жүйесінің PS-домені олардың коммутациясының технологиялық базалар пакетіне негізделген IP-қызметтердің қосындысы болып табылады. SAE базистік желісінің негізіне «барлығы IP арқылы» концепциясына және (UTRAN/GERAN) екі және үшінші буын радиоқатынау желісі және желілік IP-технологияларды (ADSL, FTTH) қолданатын баламалық желі, сонымен қатар 3GPP (WiMAX, Wi-Fi) желілері арқылы қатынай алады.

1.4 Тапсырманың қойылымы

Осы жұмысты орындаудағы мақсатым: Алматы қаласы Наурызбай ауданына GSM технологиясын қолдану арқылы LTE желісін жаңартудың жобасын құру. Осы мақсатты орындау үшін келесі мәселелер алға қойылды:

- Осы саламен байланысты әдебиеттермен танысу;
- GSM стереотипінің қозғалмалы радиобайланысының цифрлық ұялы желісін зерттеу;
- Аймақты зерттеу;
- LTE технологиясы үшін абоненттік терминалдардың жұмысын зерттеу;
- Есептеме дайындау және қорытынды жасау.

Дипломдық жұмыста LTE желісінің жаңалықтарын қолдана отырып, GSM желісін жетілдіру көзделген объект болып Алматы қаласы Наурызбай ауданын LTE желісінің тұрақты белгісімен және тұрғындарды жоғары жылдамдықты Интернет желісімен қамтамасыз ету табылады.

Дипломдық жұмыста сымсыз желілердің жоспарлануының 2 нұсқасы негізге алынды: қажетті сыйымдылықты және ең үлкен қамту көлемін қамтамасыз ету.

Жұмыстың жаңалығы болып LTE технологиясының өзіндігінен зерттелмегендігі және жаңалығы табылады. Бұл технология Қазақстанның тек үлкен қалаларында ендірілген. Сондықтан бұл аймақта GSM стандартының модернизациялаумен байланысты тақырып әлі де зерттелмеген және осы сұрақты зерттеу барысында алдағы уақытта қолданылу мүмкіндігі бар.

1.5 LTE желісінің радиоинтерфейсі

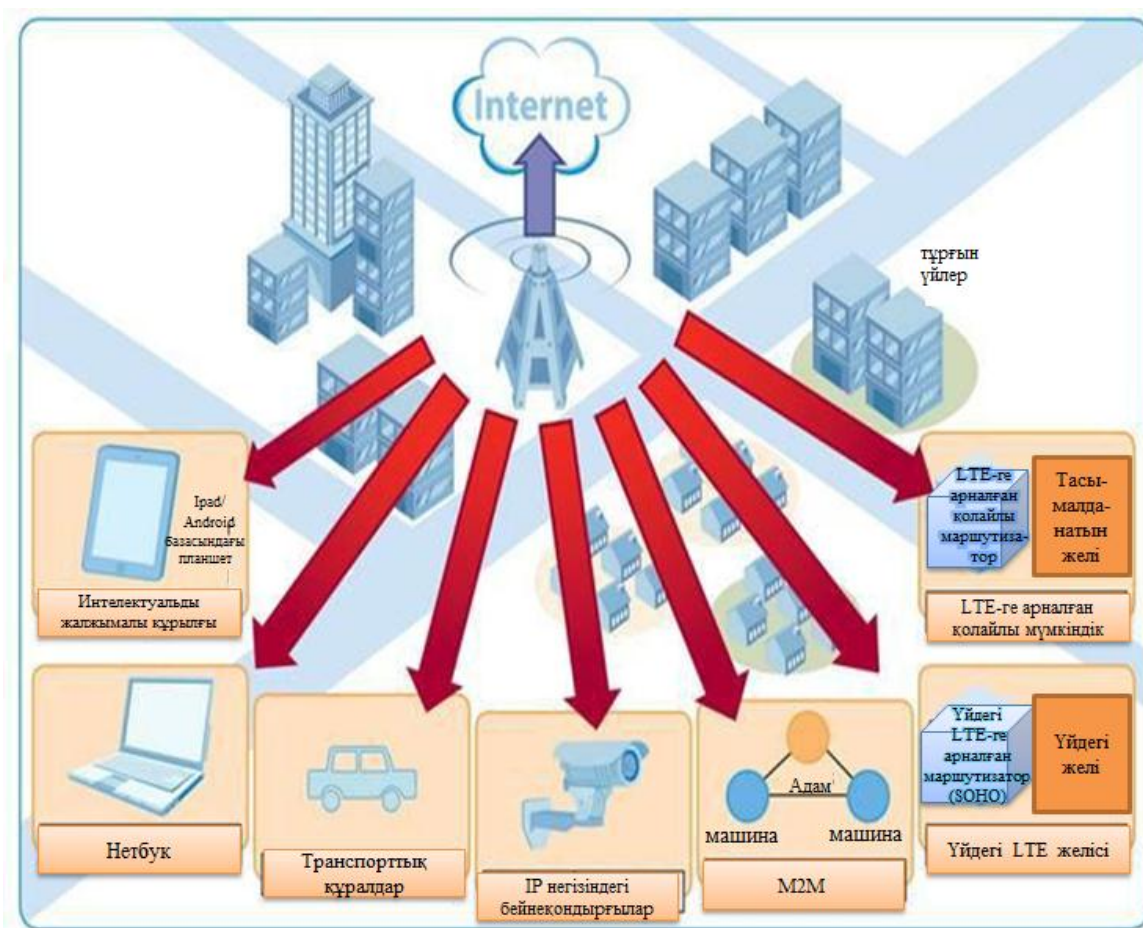
LTE-UTRAN желісінің радиоинтерфейсі арналарды екіжақты тіркеудің екі әдісін қолдайды: жиілік FDD және уақытша TDD. LTE желісінің қызметі әртүрлі енді жиілік аралықтарында орнындала алады. Кіру жыне шығу сигналдары екпінді ресурстық блоктардың санына байланысты 1,4 до 20 МГц жолақтарында орналасуға толық мүмкіндікке ие. Кіру және шығу нұсқаулықтарында ақпараттарды ұзақтығы 10 мс. тең кадрлар бойынша ұсынылады. Кадрлар ұсақ уақытша құрылым – слоттарға бөлінген.

FDD жиілік тіркеу режимінде 0-19 дейін әрқайсысы 0,5 мс. болатын 20 слотқа бөлінген. FD режимінде басқа нұсқаулықтарға жіберілу үшін кадр жанындағы уақытша ресурс қакортасынан бөлінген. FDD режиміндегі физикалық арналар басқа нұсқаулықтарда міндетті екіжақты таратуға ие. TDD арналарының уақытша тіркеу режимі асинхронды болып келеді. Олар бір жиілік диапазонында бірден екі бағытта TDD режимінде ұсынылады.

E-UTRAN желісінің «төмен» жолағының радиоинтерфейсінің ерекшелігі – OFDMA ортогоналды жиіліктік таратылымы бар мультиплекстеу технологиясы саналады. OFDMA технологиясының басты мақсаттарының бірі – сигналдардың көп сәулелі таратылуымен ынталандырылған кедергілермен күресу болып табылады. Өйткені, OFDM-сигнал 1 кең жолақты сигнал сияқты емес, жай модуляцияланатын бірнеше тар жолақты сигналдар ретінде қарастырылады. OFDM әзірлегенде мыңдаған тартылған жиіліктерден тұратын көпжиілікті сигналды қалыптастыруға сүйенеді. OFDM-сигналды қалыптастыру кезінде N белгілері бар ұзақтығы $T_{\text{сиг}}/N$ кезекті ақпараттық белгілердің ағыны блоктарға бөлінеді; $T_{\text{сиг}}$ – 1-ші белгінің ұзақтығы. Кезекті ақпараттық белгілер блогы – кез-келген ақпараттық белгі көпжиілікті сигналдың белгілі бір жиілігіне кежылін параллелді белгілер блогына түрленеді.

LTE ұялы байланыстағы ақпараттың жіберілу жылдамдығының сұранысын қанағаттандыратын UMTS және CDMA технологиялары дамуының жалғасы болып табылады. Теория бойынша LTE желісінде қосылу жылдамдығы: абаненттерге бағытталғаны 326,3 Мбит/сек және базалық станцияларға бағытталғаны 172,7 Мбит/с жетеді. Қазір LTE желісін мәлімет массивінің коммутациясы бар 4-ші буын сымсыз желісі деп атауға болады.

LTE технологиясы жіберу кідірісінің ең төмен көрсеткішімен және жоғары сыйымдылығымен ерекшеленеді. Осыған байланысты ақпаратты жіберу жылдамдығында және ұсынылған сервисте өсу байқалды. Мысалы, Қазақстанның ірі елді мекендерінде LTE жоғары сұранысқа ие.



Сурет 1.3 - Қолданудың сценарийі және орнатылған қатынауы бар жаңа заман құрылғысы

Қазіргі таңда LTE сымдық қатынаудан ірі желіге асысуының жалғыз кандидатурасы болып табылады. Бұл мәміледе баға саясаты маңызды рөл атқарады. Кеше ғана ұялы байланыс пайдаланушысына жәй және қымбат сымсыз интернет қолжетімсіз нәрсе болып көрінді. Қазіргі кезде LTE технологиясы арқылы тез әрі бюджетті интернет қолжетімді болып табылады.

GSA (Global Mobile Suppliers Association) пайымдауынша 2012 г. жылдың IV кварталында 350-ден астам операторлар LTE орнатады (2011 жылға қарағанда әлдеқайда 41%-ға көбірек). 48 мемлекетте 108 оператор сыңарлы диапазонда 10 желіге дейін (TDD) LTE желісін қолданады. GSA мониторингіне сәйкес, 2012 жылдың соңына дейін LTE коммерциялық желілерінің саны 68 мемлекетте 159-ге жеткен болатын, ал 2013 жылы олардың саны 72 елде 195 операторға жетті. Осыған қарамастан Strategy Analytics фирмасының мамандары осы жылы LTE-қосылымдардың саны 9 есе өсіп, 90 млн жетеді деп болжам жасап отыр, кейбіреулер оның санын 150 млн. деп болжайды. Абонеттік база өсуінің драйвері – АҚШ, Оңт. Корея және Қытай нарғы шекарасынан шығып жатырған LTE-смартфоны болады. осыған байланысты салалық болжамдаушылар 2017 жылға қарай әлем бойынша LTE-қосылымдар

саны 1 миллиардқа жететінін айтады. AT&T фирмасында 2014 жылдың аяғына қарай LTE желісін 300 млн адам қолданатынын болжамдайды.

2012 жылдың соңына қарай ұялы байланысты қолдану тек 45%-ды құрап отыр, интенсивті SIM-карталар саны 6 миллиардқа жақындаған, бұл 85%-ға қосылуды көрсетеді GSM (GSMA) зерттеу ассоциациясы айтады.

1.6 LTE технологиясының радиожиліктік диапазоны

1-кестенің А-қосымшасында көрсетілген 3GPP и ETSI серіктестік жоспарының жұмыс топтарымен LTE техникалық спецификациялары үшін 17 радиожолақ, FDD жиіліктік дуплексінің режимінің радиожиліктері, TDD уақытша дуплексті режимі үшін 8 жолақ болып табылады.

LTE желісінің дамуы үшін жасалған спектрлер Қазақстанда ұялы байланыс және әртүрлі технологиялардың сымсыз қатынауы үшін тереңірек меңгерілген.

Сондықтан, Қазақстандағы LTE желіліерін жасаудың таңдаумен және жиіліктік спектрін қолдануға рұқсат алумен байланысты проблемалары бар. Осыдан Қазақстанда болашақта LTE желіліерін орнату мемлекеттік операциялар негізінде радиожиліктік диапазонын қолдануды өзгерту қажеттігі көрінеді.

Қазақстанда жиілік жолақтары радиотехнологиялар үшін, LTE қоса:

1) band 3 жиіліктің жұмыс спектрінде LTE FDD:

- «абонентке» бағытталған жіберудің жиілік жолағы — 1860...1880 МГц;

- «абоненттен» бағытталған жіберудің жиілік жолағы — 1765...1785 МГц;

3GPP Release 9 стереотипімен салыстырмалылығы;

2) LTE (3GPP EUTRA) Band 20 жиіліктің жұмыс диапазонында:

- «абонентке» бағытталған жіберудің жиілік жолағы (downlink) 832-862 МГц;

- «абоненттен» бағытталған жіберудің жиілік жолағы (uplink) 791-821 МГц;

Қазақстанда 4G LTE желілерінің жұмыс жиілігі: 800-1900 МГц.

1.7 LTE стандартының GSM стандартымен өзара әрекеті

Бір желінің профилактикалық аймағынан екіншісіне қозғалуы кезінде абоненттік терминалдың ұялылығын қолдау - 3GPP (UMTS/GSM/HSPA) стереотиптерінің ұялы байланыс желілері мен LTE желісінің әрекетінен шығатын мәселе болып табылады. LTE желісінің 3GPP желіліерімен өзара әрекеті тұрақты дискреттік ұялылықты (роуминг) және тұрақты ұялы

байланысты қамтамасыз етуден (хэндовер) тұрады. LTE және 3GPP желілері өзара әрекетінің басты интерфейстері болып S3, S4 и S12 интерфейстері табылады. Бұл интерфейсдер MME ұялылықты басқарудың құраушысы және GTP (GPRS Tunneling Protocol) тунельдік хаттамасы көмегімен 3G желісінің SGSN кепілді торабы бар LTE желісінің S-GW шлюзінің өзара әрекетін қамтамасыз етеді. GTP басқару жазықтықтарын (GTP-C хаттамасы) жіберу және (протокол GTP-U) пайдаланушысының жазықтықтарын жіберу үшін әзірленген. Роуминг өлшемінде рұқсат желісінің S-GW шлюзі шлюзбен өзара әрекет етеді.

P-GW (пакеттік желілермен ірекет ететін шлюз) тұрмыстық желісі.

Телефонияның классикалық қызметтерін ұсыну үшін LTE желісінің өзге 3GPP TDM) классикалық арналар коммутациясы және IMS жүйеішілік сервисінің пакеттер коммутациясының технологиясы негізінде орындалады.

LTE желісі мен өзге 3GPP желісінің арасындағы хэндовер дауыстық шақырылымның жүзеге асуы MME құраушысының LTE желісінен қарапайым арналар коммутациясының доменіне (PS-домен) Sv интерфейсі арқылы MSC серверімен шақырылым шартында жүзеге асады.

LTE желісінің не-3GPP желілерімен өзара әрекеті: кезінде – «сенімді» кепілді қауіпсіздігі бар желілермен және қауіпсіздігіне кепілдігі жоқ «сенімсіз» желілермен әрекеті болып бөлінеді. «Сенімді» желілер ретінде өзге стеретиптердің қосылған желілері (cdma 2000, WiMAX), «сенімсіздер» деп қоғамдық IP-желілерді айта аламыз. LTE желісінің не-3GPP стереотипінің «сенімді» желілермен өзара әрекеті P-GW шлюзі арқылы, ал «сенімсіз» P-GW желілерімен ePDG шлюзі арқылы жүзеге асады.

EPS базистік желісін «бәрі IP арқылы» концепциясын ескере отырып орнату LTE желілерінің не-3GPP желілерімен өзара әрекеті кезінде абонеттік терминалдың ұялылығы IP-желілердегі ұялылықты басқару хаттамаларына негізделеді:

- НВМ (Host Based Mobility) – MIP v4, DSMIP v6 хосттары негізіндегі ұялылықты басқару хаттамалары;
- NBM (Network Based Mobility) – PMIP v6 желісі негізіндегі ұялылықты басқару хаттамалары .

IP-мекен-жай бойынша абонеттік терминалдың идентификациясы және и маршрутизация IP-желілеріндегідей жүзеге асады.

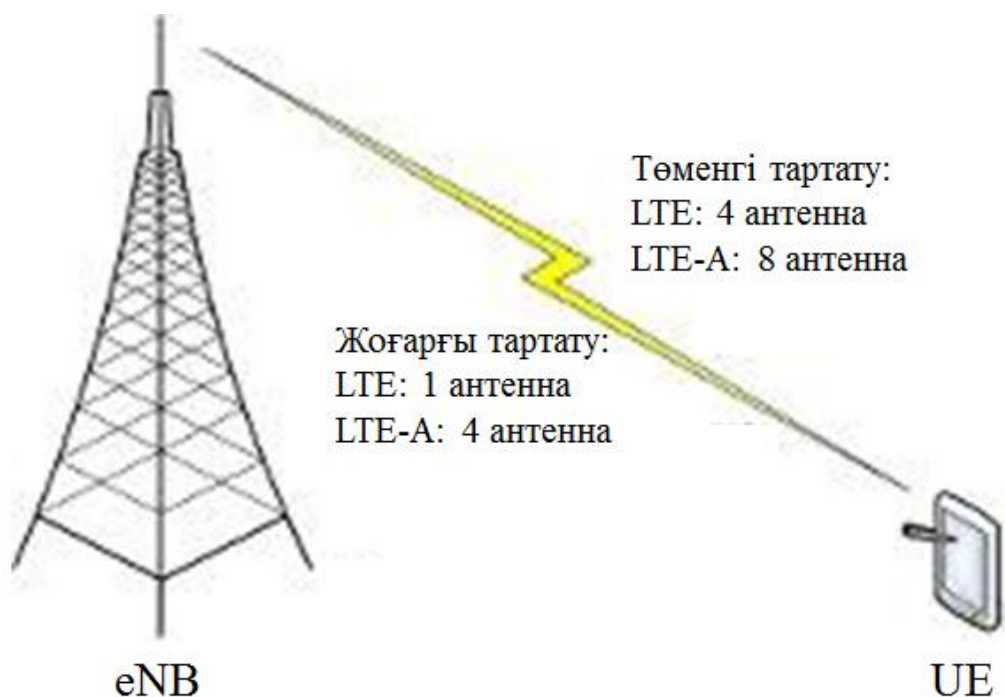
1.8 LTE желісінде MIMO технологиясын нығайту

LTE желілерінде MIMO технологиясын құрастыру мәліметтерді жіберудің жоғары жылдамдықты қамтамасыз ету маңызды рөл ойнайды.

MIMO (Multiple Input Multiple Output – сансыз кіру – сансыз шығу) – бірнеше жібергіш және қабылдағыш құралдарды қолдануды қарастыратын бірдей ақпараттардың көп мөлшерін жіберетін сымсыз қатынау сипатындағы

жаңалық. MIMO жаңалығы көпсәулелі тарату деп аталатын радиотолқындардың жіберілуін қолданады. MIMO технологиясын қолдану арқылы байланыс арналарының кедергілерге қарсы тұруын жоғарылатуға және шатасып қабылданған биттердің шартты санын минимизациялауға болады. MIMO жүйеслерінің жұмысы 2 негіз бойынша ұйымдастырылады: кеңістіктегі тығыздалу типі және кеңістікті-уақыттық кодтау принципі бойынша.

Біріншісінде әртүрлі антенналар ақпараттық белгілердің бөліктерін немесе ақпараттық блоктарды жібереді. Олардың берілуі 2 немесе 4 антеннамен жүзеге асады. Қабылдаушы жақта ақпаратты қабылдау және бөлу жүзеге асырылады. Екінші жағдайда, барлық жіберуші антенналардан дайындаушы кодтаудың схемаларын қолдану арқылы ақпараттардың бірдей ағымы ұсынылады.



Сурет 1.4 - LTE желісіндегі MIMO

MIMO технологияларының антенналық конфигурациясы өзіне симметриялы (2×2 , 4×4) және симметриялы емес (1×2 , 2×4) құндылықтарды ала алады. 1.4-суретте кеңістіктік-уақыттық кодтау қағидасы бойынша жасалған 2 қабылдаушы және 2 жіберуші антенналары бар MIMO-жүйесінің құрылымдық схемасы көрсетілген.

2 LTE желісінің жабдықталуын таңдау

2.1 Көлік желісінің құрал-жабдықтарын таңдау

LTE технологиясының алдыңғы ұялы байланыс технологияларынан басты ерекшелігі:

- дауыстық және IP-хаттамама бойынша мәліметтерді жіберу байланысын ұйымдастыру;
- мәліметтерді жіберудің жоғары жылдамдығы;
- желінің жеңілдетілген сәужыл өнері.

Көлік желісінің құрал-жабдықтарын LTE технологиясының ерекшелігіне, сенімділік жағдайына, икемділігіне, ықшамдылығына, көпфункционалылығына сүйеніп таңдау қажет. Көлік желісінің құрал-жабдықтарын таңдауда негізгі шарты – LTE желісінің өткізу мүмкіндігі ескерілген тұтынушылардың сенімді жіберілуі.

LTE жобаланып отырған желісінің көлік желісі Ethernet технологиясы бойынша оптикалық-талшықтық сызығының көмегімен сатылады. Ethernet (стереотип IEEE 802.3) технологиясында келесі жылдамдықтар жатқызылады: 10 Мбит/с жылдамдықты Ethernet, 100 Мбит/с жылдамдықты Fast Ethernet, 1 Гбит/с жылдамдықты Gigabit Ethernet және 10 Гбит/с жылдамдықты 10 Gigabit Ethernet.

Ұялы желілерді жобалау нарығында көлік желілеріне де, радиокатынау желілеріне де құрал-жабдықтарды таңдаудың әртүрлі шешімдері бар. Ұялы байланыс желілері үшін құрал-жабдықтар өндіретін компаниялар операторларға аппаратура стегінің әртүрлі көрсеткіштері бойынша таңдалған дайын шешімдер пакетін ұсынады. Ұялы оператордың көлік желісін жүзеге асыру бойынша дайын шешімдер пакетіне жұмыс станциялары, коммутаторлар, маршрутизаторлар, мультисервисті станциялар, сонымен қатар желіні басқару үшін мамандандырылған құралдар кіреді.

Қазіргі таңда әртүрлі LTE көлік желісін жүзеге асыратын компаниялардың шешімдерінің ішінде екі компания ерекшеленеді: «Cisco Systems» және «Alcatel – Lucent». Осы компаниялардың қысқаша талдауын жасап, 2.1-кестеге түсіреміз.

2.1-кестеден «Cisco Systems» компаниясының LTE көлік желісін жүзеге асыру шешімі жоғары бағаға қарамастан, сапаның жоғарылығы, техникалық қолдаудың жоғары көрсеткіші және тағы да бірнеше параметрлер бойынша ең тиімді екенін көреміз. Қазақстанда «Cisco Systems» компаниясының жабдықтарын АО «Казакхтелеком», АО «Алтел» сияқты компаниялар қолданады. «Cisco Systems» компаниясының өнімдері сенімді, өнімділігі жоғары, көпфункционалды, қауіпсіз болып келеді.

Бұл дипломдық жұмыста LTE желісінің көлік құралдарына «Cisco Systems» компаниясының жабдықтарын таңдаймыз.

Кесте 2.1 - «Cisco System» және «Alcatel – Lucent» компанияларының LTE көлік желісінің жүзеге асыру шешімдерінің талдау мәліметтері

LTE көлік желісінің құралдары	Өндіруші-фирмалар	
	«Cisco Systems»	«Alcatel – Lucent»
Е-UTRAN радиоқатынау желісінің коммутациялық құралы	«ME 3600 CX24C» коммутаторы: үш eNB қосылу мүмкіндігі бар, әмбебап; 1 GEthernet 24 порты; жоғары баға; жіберу хаттамалары - OSPF, RIPv2, EIGRP, BGP; істен шыққанша жұмысы 7 жыл; басқару хаттамасы – SNMP; IP маршрутизациясы	«7750SR» сервистік маршрутизаторы: мегаполистердегі ірі масштабты желілерге келеді; IP маршрутизация; 10 GEthernet 10 порты; жоғары баға; OB қосылу үшін қосымша SPF модульдері қолданылады; жіберу хаттамасы – OSPF, BGP
Интеллектуалды агрегация желісінің құралдары	«7603 OSR» оптикалық сервистік маршрутизаторы: өнімділік 240 Гбит/с; GBASE LX 48 порты; 10GBASE-ER 4 порты; жоғары баға; масштабталуы; жіберу хаттамалары - OSPF, RIPv2, EIGRP, BGP; істен шыққанша жұмысы 7 жыл; басқару хаттамасы – SNMP; IP маршрутизациясы	«7705 SAR» сервистік агрегациялы маршрутизатор: 10/100 EthernetBASE-T 6 порты; SPF модулі бар GEBASE TX 2 порты жоғары баға, төмен өнімділік; IP маршрутизация; жіберу протоколы – OSPF, BGP
EPCLTE жүзеге асыру үшін қажет құралдар, қызметтерді басқару	«ASR 5000» мультисервисті оптикалық платформа: өнімділік 320 Гбит/с; интерфейсі – GE, 10GE; жоғары баға; масштабтануы; жіберу хаттамалары - OSPF, RIPv2, EIGRP, BGP; істен шыққанша жұмысы 7 ; басқару хаттамасы – SNMP	«5620 SAM» басқару желісі: бірнеше коммутаторлар мен маршрутизаторларды бар; Ethernet, ATM қолдауы; IP маршрутизация; жіберу хаттамасы – OSPF, BGP

LTE технологиясы бойынша мәліметтерді жіберудің көлік желісінің құралдары келесідей бөлінеді:

- Радиоқатынау желісінің көлік құралы;
- интеллектуалдық агрегацияның көлік құралы.

«Cisco Systems» компаниясында ұялы операторлар үшін көлік желісін құрастырудың дайын шешімдері бар. Төменде солардың бірін қолданамыз.

Желінің көлік құралы ретінде «Cisco ME 3600 X 24CX» коммутаторын таңдаймыз. Бұл модель «Cisco Systems» компаниясының ұялы байланыс операторларымен көпжылдық жұмыс тәжірибесін есепке ала отырып жүзеге асырылған; бұл модель аппараттық үдеткішке, бұғатталмаған өнімділікке, төмен кідіріске және джиттерге ие.

«Cisco ME 3600 X 24CX» коммутаторының чипсеті әдейі Carrier Ethernet желілері үшін жасалған.



Сурет 2.1 – «CiscoME 3600 X 24CX» коммутаторының сыртқы бейнесі

«Cisco ME 3600 X 24CX» коммутаторының қысқаша техникалық сипаттамасы:

- оптикалық-талшықты порттар саны 6;
- IP-маршрутизациясының ұйымдастырылуы;
- Қолдамалы жылдамдығы: 10/100/1000 Мбит/с;
- салмағы 6570 грамм;
- SNMP басқару хаттамасы;
- Мәліметтерді жіберу хаттамасы: OSPF, IS-IS, EIGRP, RIPv2;
- Жедел жады 1024 МБ;
- Жедел жадының түрі DRAM;
- Тұтынылатын қуат 228 Вт;
- Кіріс сигналының жиілігі 50/60 Гц;
- Кіріс кернеуі: айнымалы 100-240 В, тұрақты 48 В;
- Өткізу мүмкіндігі 65 Mpps;
- Мәліметтерді жіберудің максималды жылдамдығы 44 Гбит/с;
- fiber Ethernet cabling technology: 1000 Base-LX, 100 Base-BX, 100 Base-FX, 100 Base-LX;

- fiber optic connector: LC, LX-5;
 - оптикалық-талшықтық кабель бойымен жіберу қашықтығы 80 км;
 - толқын ұзындығы 1310/1550 нм.
- «Cisco ME 3600 X 24CX» коммутаторына бірнеше eNB базалық станцияларының қосыла алады.



Сурет 2.2 – «Cisco 7603 OSR» маршрутизаторының сыртқы бейнесі

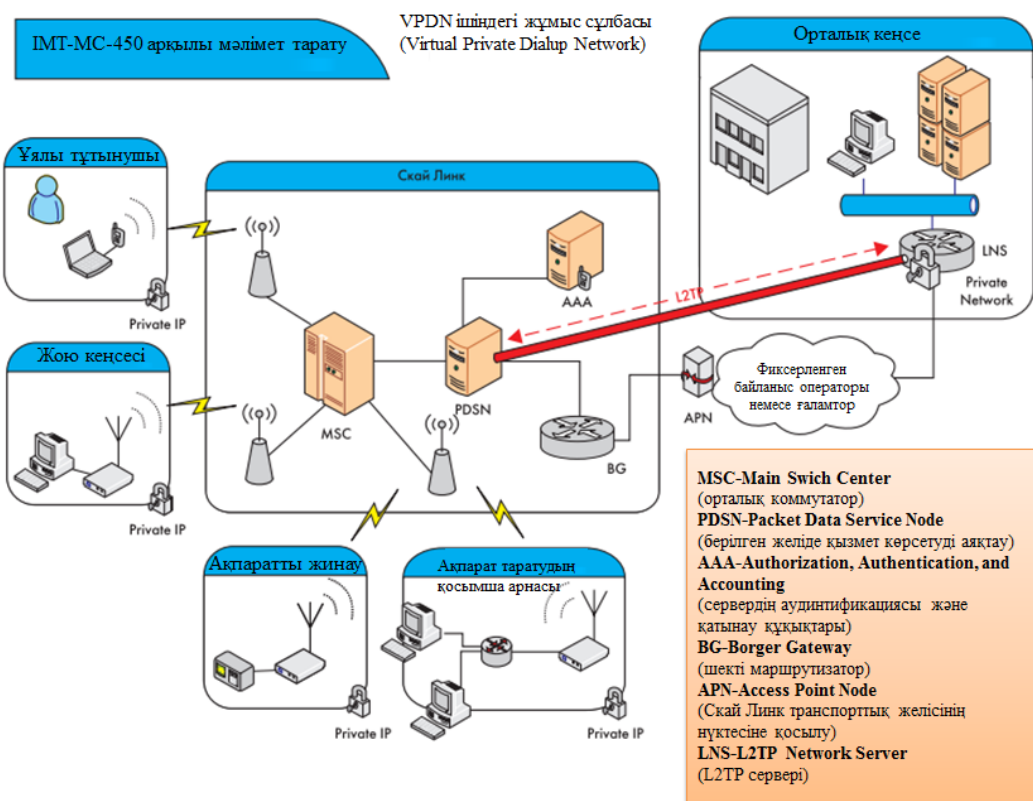
Интеллектуалдық агрегацияның көліктік жабдықтары ретінде «Cisco 7603 OSR» (Optical Service Router) маршрутизаторын таңдаймыз. «Cisco 7603 OSR» аймақтық таратылған (WAN) және қалалық (MAN) желілерге арналған. Бұл маршрутизатордың негізгі міндет – оптикалық байланыстар каналының жылдамдығында сыни IP-қосымшаларының жұмысын қамтамасыз ету болып табылады.

«Cisco 7603 OSR» маршрутизаторының негізгі мүмкіндіктері және техникалық сипаттамалары:

- Cisco IOS бағдарламалық жасақтамасының барлық функцияларын көтереді;
- NEBS стандартына сай шасси;
- Cisco IOS – Global Resilience IP бағдарламалық жасақтамасының бағдарламалық мүмкіндіктерінің, басқарушылық модульдердің, қуат көзінің резервтелуі арқылы платформаның жоғары қолжетімділігі;
- CiscoPXF технологиясының желілік қызметі арқасындағы аппараттық үдеткіш;
- MPLS/IP технологиясын көтеру;
- 24 10 Base-FL порты, 24 10Base-FX порты, 48 1000 Base-LX порты, 4 10 GBase-ER порты бар;
- Максималды өнімділік: 240 Гбит/с, 30 млн. пакет/с;
- Шинаның өткізу мүмкіндігі 32 Гб/с;
- Салмағы 12,25 кг;
- қуаты: AC 110 - 240 В, DC 48 - 60 В;
- істен шыққанға дейінгі қызмет ету уақыты 7 жыл;
- қолдану шарттары: 0 – 40 °С температуралық режим, ылғалдылық 10–85%.

Көлік құралдарының жасалған таңдауына байланысты дипломдық жобалаудың келесі кезеңінде көлік желісінің байланысын ұйымдастырудың схемасын жасаймыз.

Көлік желісінің байланысын ұйымдастырудың схемасы 2.3-суретте көрсетілген.



Сурет 2.3 - Көлік желісінің байланысын ұйымдастыру схемасы

Оптикалық кабельдер өте жақсы тарату ортасы болып табылады. Көлемі мен ақпаратты тарату жылдамдығы, жеткізу қашықтығы мен сенімділігі бойынша оптикалық кабельдер басқа техникалық шешімдерден әлдеқайда алда. Сондықтан бүгінгі күні оларға балама жоқ.

Оптикалық кабельдің негізгі элементі – жарық сигналдары 0,85...1,6 мкм. Толқын ұзындығымен беріжылін формасы – цилиндр, жіңішке әйнек талшық ретінде жасалған оптикалық талшық болып табылады. Жарық өткізгіш екіқабатты құрылымнан тұрады: әртүрлі сыну көрсеткіштері бар қабықша және өзек.

Өзек электромагнитті энергияны тасымалдау үшін қажет.

Қабықшаның қызметі – «өзек-қабықша» шекарасындағы шағылыстың жағымды жағдайын жасау және қоршаған орта кедергілерінен қорғау. Қазіргі оптикалық кабель құрылымында екі түрлі жарықөткізгіш қолданылады: көпмодалы (сатылы немесе градиентті) және бірмодалы.

жарықөткізгіш жиіліктік-өткізу мүмкіндігі және тарату қашықтығы бойынша үздігі есептелінеді.

Бар кабельдерді үш топқа бөлуге болады:

- шоғырланған шиыршығы бар кабель;
- пішінді өзегі бар кабель;
- ленталық типті жалпақ кабель.

Оптикалық кабельдер құрылымына оптикалық талшықтан басқа келесі элементтер кіреді:

- үзілгенге дейінгі бойлық салмақты өзіне қабылдайтын беріктежылін өзек;
- механикалық әсерлер кезінде кабельдің беріктілігін жоғарылататын қорғау элементтер;
- жаппай пластмассалық жіп түріндегі толтырушылар;
- кабельді ылғал, бу, зиянды заттар өтуден және сыртқы механикалық әсерлерден сақтайтын сыртқы қорғау қабықша.

Қазіргі таңда оптикалық кабельдерді тек шетел компанияры шығарады.

Дипломдық жұмыста көлік желісін іске асыру үшін оптикалық кабельдердің үш түрі қолданылады: топыраққа тарту үшін, кәріз жүйесіне тарту үшін және аспалы кабель. «Электропровод» өндіріс компаниясының оптикалық кабельдерін қолдануды жөн көрдім. Көлік желісінің құрылысы үшін таңдалған оптикалық кабельдердің негізгі параметрлері 2-кестенің А-қосымшасында көрсетілген.

Дипломдық жобалаудың келесі кезеңінде жобаланған көлік желісі телімдерінің біріндегі «Cisco ME 3600X 24CX» коммутаторы мен «Cisco 7603 OSR» маршрутизаторы арасындағы жиынтық өшуді анықтаймыз. Желі теліміндегі a_{Σ} жиынтық жоғалтулар келесі формула арқылы анықталады:

$$a_{\Sigma} = n_{pc} \cdot a_{pc} + n_{nc} \cdot a_{nc} + a_t + a_e, \quad (2.1)$$

мұнда, n_{pc} – алмалы-салмалы жалғаулар саны, $n_{pc} \approx 3$;

a_{pc} – алмалы-салмалы жалғаулардағы жоғалтулар; $a_{pc} \approx 0,6$ дБ;

n_{nc} – тұтас жалғаулар саны;

a_{nc} – тұтас жалғаулардағы жоғалтулар, $a_{nc} \approx 0,02$ дБ;

a_t – оптикалық талшықтың басылуына температуралық өзгерісінің рұқсат етілуі, $a_t = 1$ дБ;

a_e – уақыт бойынша телімдегі компоненттердің сипаттамаларының өзгерісінің рұқсат етілуі $a_e \approx 5$ дБ.

Тұтас жалғаулардың саны келесі формула бойынша анықталады:

$$n_{nc} = \frac{L_{уч}}{l_{cd}} - 1 \quad (2.2)$$

мұнда, L – аудан ұзындығы, $L \approx 9$ км;

2.1-кестесіне сай, l_c – кабельдің құрылыстық ұзындығы, $l_{cd} = 2$ км

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

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

«Cisco 7603 OSR» маршрутизаторы және «Cisco ME 3600X 24CX» коммутаторы арасындағы жобаланған көлік желісінің бір теліміндегі жаппай өшуі 8 дБ құрады.

2.2 LTE желісіндегі басқарушы жабдықты таңдау

LTE желісіндегі абонеттік қызметтерді және сессияларды басқару EPC (Evolved Packet Core) базалық дестелі желісінің көмегімен жүзеге асады. EPC желісі келесі тораптар мен логикалық элементтерден тұрады:

- MME (Mobility Management Entity) – икемділікті басқару торабы – абонеттік терминалдардың икемділігін басқару мәселесін шешуге, уялы байланыстың қауіпсіздігін басқаруға (NAS Security), мәліметтерді жіберу қызметін басқаруға жауап береді.

- SGW (Serving Gateway) – LTE желісінің қызмет ету шлюзі – базалық станцияның ішкі жүйесінен/-не түсетін дестелік деректердің маршрутизациясы және өңделуіне жауап береді;

- PGW (Public Data Network Gateway) – басқа операторлардың желілерінен/-ге арналған шлюз – LTE операторы желісінен/-не басқа желілерге 2G, 3G, 3GPP және Internet дауыс пен мәліметтердің жіберілуіне жауап береді.

- HSS (Home Subscriber Server) – абонеттік деректер сервері;

- PCRF (Policy and Charging Rules Function) – көрсетілген қызметтер үшін шоттарды ұсыну торабы;

- DHCP/DNS – IP-мекен-жайлардың көрсетілу сервері.

EPCLTE желісінің жүзеге асырылуы бойынша шешімдер «Cisco Systems» компаниясымен әзірленген болатын. MME, SGW и PGW функцияларының «Cisco ASR 5000 PCS3» мультисервисті платформасының бір шассиіне біріктірілуі – идеяның негізі болып алынды. Бұл 2.4 және 2.5-суреттерде көрсетілген.

«Cisco ASR 5000 PCS3» маршрутизаторы арнайы кеңжолақты мобильді желілер үшін жасалған. Ол үлестірілген архитектурасымен, орнатылған интеллектуалды функциялармен, масштабталуымен және сенімділігімен ерекшеленеді.

«Cisco ASR 5000 PCS3» платформасы байланыс операторына өнімділікті және қосымша жабдықтарды сатып алмай массалық сатып алулардың сыйымдылығын өсіруге мүмкіндік береді. «Cisco ASR 5000 PCS3»

маршрутизаторы өз желісінде әлем бойынша 250-ден астам операторларды қолданады.

«Cisco ASR 5000 PCS3» платформасының артықшылықтары:

- Жоғары өткізу мүмкіндігі бар орнатылған сервистер мен интегралданған желілік функциялар;
- барлық бөліктердің резервтелуі;
- бір шасси аясында абоненттік сессиялардың автоматты түрде жандандырылуы;
- үрдістер мен олардың күйінің көшіру функциясы;
- платформаның қолжетімділігі 99,9999%;
- сессияларды жандандыру уақыты 2 сек. аспайды;
- мамандандырылған модульдер мен сервистік тақталардың жоқтығы;
- процессорлық ресурстар жүйенің қажеттіліктеріне автоматты түрде бейімделеді;
- бөлек үрдістер үшін жадының қауіпсіздігі;
- жалпы бағдарламалық жасақтама;
- бағдарламалық жасақтаманың жаңартылуы сервистерді тоқтатпай жүзеге асырылады;
- бағдарламалық функциялар платформа бойынша түгел таратылған.

«Cisco ASR 5000 PCS3» платформасының басты ерекшелігі - «In-line Services» орнатылған сервистерінің болуы болып табылады :

- DPI – пакеттердің терең инспекциясы – абонеттерге қызмет көрсетудің әртүрлі сапасын және трафиктің типіне байланысты тарифтеудің икемді ережелерін ұсына отырып трафикті талдауға және қызметтерді дербестендіруге мүмкіндік береді;

- Нақты уақыт мөлшеріндегі бір рангты хаттамалардың трафигінің табылуы; әртүрлі ережелерді анықтайды: өткізу немесе, спецификалық тарификация, тұтынылатын өткізу жолағын қадағалау;

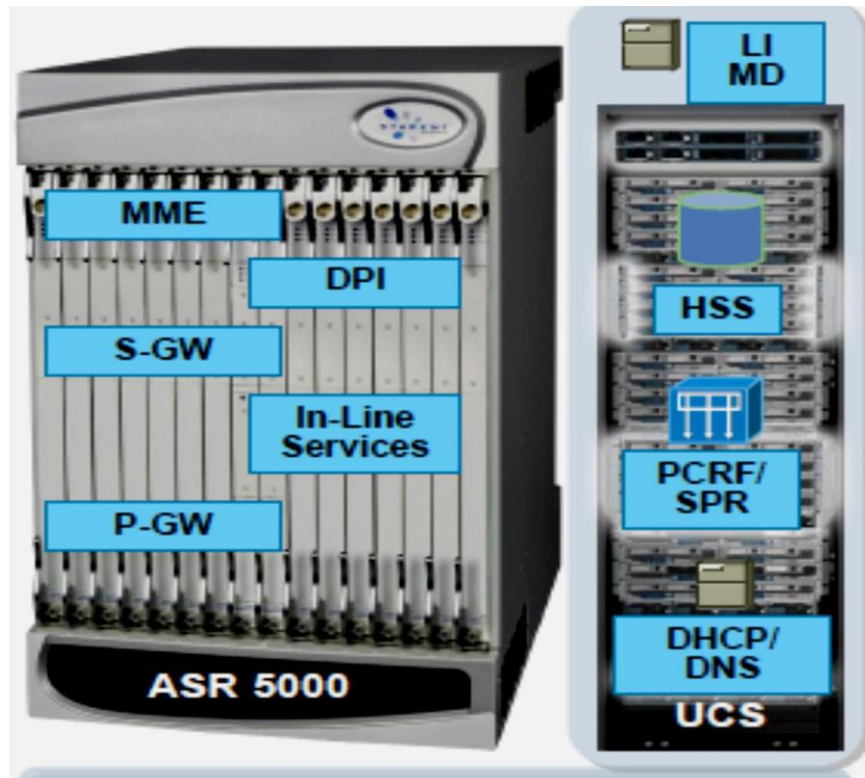
- мобильдік абонеттерден HTTP сұрауындағы URL талдауы негізінде контенттің фильтрациясы;

- дербес NAT/Firewall.

«Cisco ASR 5000 PCS3» платформасының архитектурасы 2.4-суретте көрсетілген.

«Cisco ASR 5000 PCS3» платформасының қысқаша техникалық сипаттамасы:

- өткізгіштік мүмкіндігі 320 Гбит/с;
- сессиялар саны 4 млн.;
- желілік интерфейстер: 10/100/1000 Ethernet, 10 Гбит/с Ethernet, OLC/CLC Line Cards (ATM, POS, Frame Relay);
- кірмелік кернеу DC 40 – 60 В;
- толық массасы 139,25 кг;
- максималды қуаттылық: 800 Вт;
- допускается установка до трех 42 RU бағанасына үш «Cisco ASR 5000 PCS3» дейін орнату рұқсат етіледі.



Сурет 2.4 - «Cisco ASR 5000 PCS3» платформасының архитектурасы



Сурет 2.5 - «Cisco ASR 5000 PCS3» бірден-бір платформалы және ашық архитектуралы жылжымалы шешім

2.3 eNode Band LTE негізгі станциясының жабдықтар тізімі

eNB LTE базалық станциясының жабдықтарының Қазақстанға негізгі жабдықтаушылары: «Nokia Siemens Networks», «Huawei» и «Ericsson» компаниялары.

eNB LTE базалық станциясының жабдықтарын таңдауда, біріншіден, осы жабдықтың басқа ұялы байланыстың стандарттарын қабылдау мүмкіндігін басшылыққа алу қажет. Сонымен қатар қабылдап-жібергіштің жоспарланған шығу қуатын және басқа да техникалық сипаттамаларын ұмытпаған жөн.

Өзіндік ерекшеліктерін ескере отырып, жоспарланып отырған желі үшін «Nokia Siemens Networks» компаниясының жабдықтарын таңдауға болады. Радиоқатынау жабдығы ретінде «Flexi Multiradio» базалық станциясын қолдануға болады.

«Flexi Multiradio» мультистандартты базалық станциясы сайттарды құру бойынша бірден-бір мүмкіндік береді. Бұл eNB қолдану кезінде төмен электротұтынуды, әрдайым өсіп отыратын мобильді трафик кезінде сыйымдылық шарттарына сәйкестігіне және жоғары спектрлік тиімділікке кепілдік береді.

«Flexi Multiradio» антенналық жүйесі әрбір антеннаның элементі үшін бөлек қуат күшейткіші бар антенна және радиожабдықтарды бір функционалдық блокка біріктіретін белсенді антенналар технологиясына негізделген.

Белсенді антенна сәулелердің қалыптасуының жүзеге асуына – жеке радиоқосылымның фокусталуын және оның нақты қолданушыға бағытталуына мүмкіндік береді.

«Flexi Multiradio» базалық станциясы элем бойынша 200-ден ұялы байланыс операторларында орнатылған және қызмет етеді, сонымен бірге энерготиімділік және бағдарламалық басқарылымы үшін бірқатар марапаттарға ие.

«Flexi Multiradio» базалық станциясы екі негізгі элементтен тұрады: белгілердің цифрлық өңдеуі үшін жүйелік модуль және үш қабылдап-жібергіші бар радиомодуль.

«Flexi Multiradio» базалық станциясы 2.6-суретте көрсетілген.



Сурет 2.6 - «Nokia Siemens Networks компаниясының "Flexi Multiradio" базалық станциясы

Үш қабылдап-жібергіші бар радиожилікті модуль 2.7-суретте көрсетілген. Өнімнің толық атауы: «Flexi RF Module Triple 90 W». Радиожилік сигналдарының өңдеуіне жауап. «Flexi Multiradio» әмбебап радиомодулін орнатудың кез-келген түрінде қолдануға болады, соның ішінде, ғимараттардың іші-сыртына орнатуда, үлестіргіш орнатуда, діңгектердің тірегіне орнатуда қолданылады.

Радиомодульдің шығу сигналының қуаты бір секторға есептегенде 240 Вт жетуі мүмкін; сонымен қатар радиомодуль үш сектордың әрқайсысына 80 Вт шығу сигналының қуатының беріледі. Модуль салмағы бар конструкцияларды

60 МГц диапазонында таратуға қабіжылті. Радиомодуль технологиялардың кез-келген үйлесімін көтереді GSM, 3G, LTE и LTE+.



Сурет 2.7 - Радиожиилікті модуль "Flexi RF Module Triple 90 W"

eNB «Flexi Multiradio» артықшылықтары:

- сайттың жеңіл құрастырылуы және жеңіл орнатылуы, орнату бағасы 25%-ға дейін төмендетілді;
- E1 және G Ethernet жүйелік модулінің орнатылған интерфейсі;
- желінің тез өрістеуі арқылы бастапқы салымдарға деген талаптардың төмендігі;
- энергия тұтыну төмендігі;
- станцияның радиопараметрларын екі есе жақсартуға мүмкіндік беретін қажет антендік кабельдің ұзындығын қысқарту;
- икемді дизайн;
- типтік базалық станциядан 20%-ға шағынырақ және жеңілірек;
- исполнение, позволяющее использовать ее вне помещений в любых погодных условиях;
- саладағы модульдік, масштабталатын және шағын базалық станция.

Радиомодульдің техникалық сипаттамалары «Flexi RF Module Triple 90 W»:

- ғимараттардың ішінде немесе сыртында еденде, төбеге, сырыққа, дінгекке орнатуға болады;
- жиілік диапазондары: 700, 800, 850, 900, 1800, 1900, 1700/2100, 2100, 2300 и 2600 МГц;
- сыйымдылық: 6+6+6 GSM арналарына дейін, 4+4+4 WCDMA арналарына дейін, 20 МГц жолағымен 1+1+1 LTE арналары ;
- радиобелгі қуатының күшейткішінің технологиясы: көпшілік көтермелі мультистандартты қуатты күшейткіш;
- өлшемдер: 133×447×560 мм; 19 дюймдық тірекке орнату мүмкіндігі;
- объем: 25 литров;
- вес: 25 кг;

- температуралардың диапазоны: - 35°C –тан 55°C-қа дейін (желдеткіштермен салқындатылады, жылдамдық автоматты түрде реттеледі. Еріксіз желдетуді қолдану жартылай өткізгіштердің температурасын тұрақтандыру арқылы станцияның сенімділігін арттырады);

- қуат көздері: жүйелік модуль үшін - тұрақты ағымның 40,5 – 57 В, радиомодуль үшін – айнымалы тоқтың 184 – 276 В;
- қуаттылық талабы: 790 Вт;
- шығу қуаттылығы: әр радиомодульден 180 Вт немесе қашықтағы радиоқабылдағыштан 60 Вт (RRH);
- ылғалдылықтан қорғау классы: IP 65.

3 Алматы қаласы Наурызбай ауданы байланысты ұйыдастыруға арналған есептеулер

3.1 Желінің өткізу мүмкіндігін есептеу, әлеуетті абоненттер санын есептеу

LTE радиобайланыс желілерін жоспарлау кезінде өзге сымсыз радиоқатынас технологияларын жоспарлау үдерісінен айырмашылықтар анықталады. Басты айырмашылық – OFDM технологиясына негізделген көпстанциялы қатынас ішінде ең жаңашыл түрі, осы арқылы жаңа ұғымдар байқалады және жобалаудың әдістері өзгереді. Радиожеліні жоспарлау үрдісі келесі 2 қадамнан тұрады:

- ең үлкен қамту аумағын құру;
- қажет сыйымдылықты қамтамасыз ету.

LTE радиожелісінің жобалануы шалғайдағы шағынауданда өндіріледі. Бұл – абоненттердің тығыздығы төмен болатынын көрсетеді және мүмкін шағын жер ретінде кез-келген eNB-ны жабу мақсатымен базистік станциялар бір-бірінен максималды алшақ орнатылуы керек. Бұл байланыста сәйкес жиілік спектрін жинау қажет. Бұндай жағдайда жиілік төмен болған сайын, радиобелгінің таралуы алысырақ болатын ережені ұстану керек. 791 – 862 МГц жиілік диапазоны бұл мәселені шешуге әбден келеді. Жиілік дуплекс типін таңдаймыз – FDD.

Желінің өткізу қабіжылін немесе сыйымдылығын айқын өлшемдегі спектрлік қайтарымдылығының орташа шамаларына негізделіп бағалайды.

Мобильді өзара байланыс жүйесінің спектральді қайтарымы бұл жиілік диапазонының 1 Гц жиіліктік жылдамдығын беру жылдамдығының қатынасы ретінде есептежылін функция болып табылады (бит/с/Гц). Спектрлік қайтарым жиілік ресурсы қолданысының өнімділігінің белгісі болып есептеледі, сонымен қатар бекітілген жиіліктер жолағында ақпараттың берілу жылдамдығын анықтайды.

Кесте 3.1 - LTE желісі үшін орташа спектрлік тиімділік

Түзу	MIMO схемасы	Орташа спектрлік тиімділік (бит/с/Гц)
UL	1x2	1,254
	1x4	1,829
DL	2x2	2,93
	4x2	3,43
	4x4	4,48

Спектрлік қайтарым анық географиялық облыстағы (аймақта, уяшықта) 1 Гц жиілік жолағына (бит/с/Гц/cota) осы барлық абоненттердің тарату

жылдамдығының қатынасы ретінде, сонымен қатар желінің шектік өткізу мүмкіндігінің 1-ші жиілік арнасы еніне қатынасы ретінде есептеле алады.

LTE желісі үшін орталық спектрлік қайтарым, жиіліктер жолағының ені 20 МГц тең, дуплекстің жиілік түрі үшін.

FDD жүйесі үшін 1-бөлімнің орталық өткізу мүмкіндігі үшін eNB арнаның спектрлік қайтарымдылығын арна еніне көбейтіндісі арқылы есептеледі:

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

мұндағы, S – орталық спектральді қайтарым, бит/с/Гц; W – арна ені, МГц; $W = 10$ МГц.

DL жолағы үшін:

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

UL жолағы үшін:

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

ReNB базистік станциясының орталық өткізу мүмкіндігі бір сектордың өткізу мүмкіндігін базалық станцияның секторларының санына көбейтіндісі арқылы есептеледі; eNB секторларының санын 3 деп алсақ, онда:

$$R_{eNB} = \frac{R_{DL}}{UL} \cdot 3 \quad (3.2)$$

DL жолағы үшін:

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

UL жолағы үшін:

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

Келесі кадам - жоспарланған LTE желісіндегі ұяшықтар санын анықтау.

Желідегі ұяшықтар санын есептеу үшін, жобаланған LTE желісін өрістеуге бөлінген арналардың бірыңғай санын табу керек болды. N_k арналарының бірыңғай саны келесі формула арқылы есептелінеді:

$$N_k = \left[\frac{\Delta f \Sigma}{\Delta f k} \right], \quad (3.3)$$

$\Delta f \Sigma$ - желінің жұмысына бөлінген жиіліктер жолағы және бірдей 71 МГц;

Δf_k – 1-ші радиоарнаның жиілік жолдары; LTE желілерінің радиоарналары ретінде РБ ресурсты блок түсінігі қарастырылады, оның ені - 180 кГц, $\Delta f_k = 180$ кГц.

$$N_k = \frac{7000}{180} \approx 395 \text{ (арна)}$$

Ары қарай бір сектордағы абоненттерге қызмет көрсетуге қажетті арналар санын $N_{.ce}$ анықтайық,

$$N_{k.сек} = \left[\frac{N_k}{N_{кл} \times M_{сек}} \right] \quad (3.4)$$

мұндағы N_k – арналардың жиынтық саны;

$N_{кл}$ – eNB секторлары санын есепке ала отырып таңдалған кластер өлшемділігін 3-ке тең деп алайық;

$M_{сек}$ санымен қабылданған eNB секторларының саны

$$N_{k.сек} = \left[\frac{395}{3 \times 3} \right] \approx 43 \text{ (арна)}$$

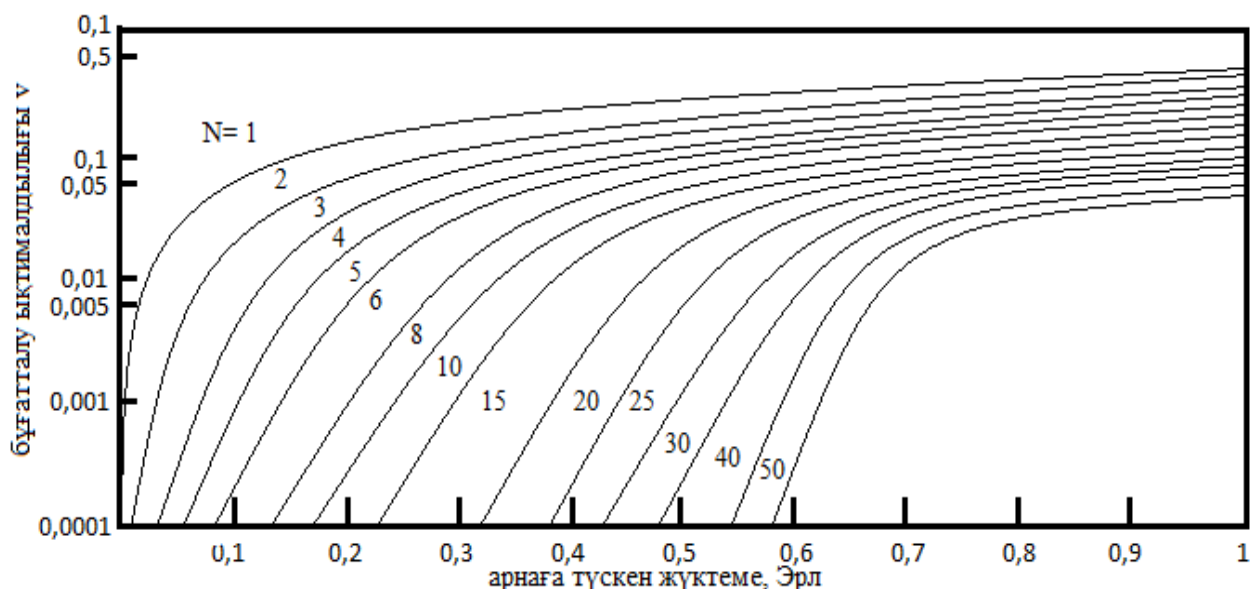
Ары қарай бір сектордағы трафик каналдарының санын анықтайық: $N_{км.сек}$ Трафик каналдарының саны формула бойынша есептеледі:

$$N_{км.сек} = N_{км1} \times N_{k.сек} \quad (3.5)$$

мұндағы $N_{км1}$ – бір радиоарнадағы трафик каналдарының саны, ол радиоқолжетімділік стандартымен анықталады (OFDMA $N_{км1} = 1...3$ үшін); LTE желілері үшін $N_{км1} = 1$ таңдайық.

$$N_{км.сек} = 1 \times 43 \text{ (арна)}$$

3.1 суретте көрсетілген графикте ұсынылған Эрланг моделіне сәйкес, бір сектордағы болжамды жүктемені анықтайық, бұғаттау ықтималдының болжамды мәнінде бірдей 1% және $N_{км.сек}$ мәндерімен есептелген. $A_{сек} = 50$ Эрл деп анықтайық.



Сурет 3.1 - Трафик каналы санынан және бұғаттау ықтималдығынан сектордағы шекті жүктеменің тәуелділігі

Бір eNB қызмет етіжылін пайдаланушылар саны келесі формула бойынша анықталады:

$$N_{аб.eNB} = M_{сек} \times \left[\frac{A_{сек}}{A_1} \right] \quad (3.6)$$

мұндағы A_1 – трафиктің барлық түрлері бойынша орталық абоненттік жүктеме (1 абоненттен); A_1 мәні (0,04...0,2) Эрл шығару мүмкіндігіне ие. Жобаланатын желі ақпаратпен жедел алмасу үшін қолданылуы мүмкін, онда A_1 мәнін 0,2 Эрл бірдей деп қабылдайық. Сәйкесінше:

$$N_{аб.eNB} = 3 \times \left[\frac{50}{0,2} \right] \approx 750 \text{ абоненттер}$$

LTE жобаланатын желісіндегі eNB базалық станцияларының санын келесі формула бойынша анықтайық:

$$N_{eNB} = \left[\frac{N_{аб}}{N_{аб.eNB}} \right] + 1 \quad (3.7)$$

мұндағы $N_{аб}$ – әлеуетті тұтынушылар саны. Әлеуетті абоненттер санын тұрғындардың жалпы санының 10%-ы ретінде алайық. Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы тұрғындардың жалпы саны 2017 жылдағы халық санағы бойынша шамамен 20000 адамды құрады. Осылайша, әлеуеттік абоненттер саны 2000 адамды құрайды, онда:

$$N_{eNB} = \left\lceil \frac{2000}{750} \right\rceil + 1 \approx 3,6 = 4 (eNB)$$

Жобаланатын желіге арналған R_N орташа жоспарлы өткізу қабіжылтілігін eNB санын eNB орташа өткізу қабіжылтілігіне көбейту арқылы анықтайық. Формула келесідей болады:

$$R_N = (R_{eNB.DL} + R_{eNB.UL}) \cdot N_{eNB}, \quad (3.8)$$

$$R_N = (102,9 + 54,87) \cdot 3,6 = 567,972 \text{ (Мбит/с)}.$$

Ары қарай жобаланатын желі сыйымдылығының бақылаулық бағасын берейік және есептелген мәнмен салыстырайық. Бір абоненттің орташаландырылған трафигін анықтайық:(3.9)

$$R_{m.чнн} = \frac{T_m \times q}{N_{чнн} \times N_d} \quad (3.9)$$

мұндағы T_T – бір абоненттің бір айдағы орташа трафигі, $T_T = 30$ Гбайт/мес

q – Қала елді-мекеніне арналған коэффициент, $q = 2$;

$N_{чнн}$ – тәуліктегі ҮЖС анықтайық, $N_{чнн} = 7$;

N_d – бір айдағы күндер саны, $N_d = 30$.

$$R_{m.чнн} = \frac{30 \times 2}{7 \times 30} \approx 0,28 \text{ (Мбит/с)}$$

ҮЖС жобалық желісінің $R_{общ./}$ жалпы трафигін келесі формула бойынша анықтайық:

$$R_{общ./чнн} = R_{m.чнн} \cdot N_{акт.аб}, \quad (3.10)$$

мұндағы $N_{a.m.аб}$ – желідегі белсенді абоненттер саны; желідегі белсенді абоненттер санын әлеуетті абоненттердің жалпы санының 70%-ы деп алайық, яғни, $N_{a.m.аб} = 1400$ абонент.

$$R_{общ./чнн} = 0,28 \cdot 1400 = 392 \text{ (Мбит/с)}$$

Осылайша, $R_N > R_{общ./чнн}$. Бұл шарт көрсеткендей, жобаланатын желі аса жүктелуге ұшырайды.

3.2 Алматы қаласы Наурызбай ауданы территориясындағы LTE желілеріне арналған жабу зоналарын есептеу

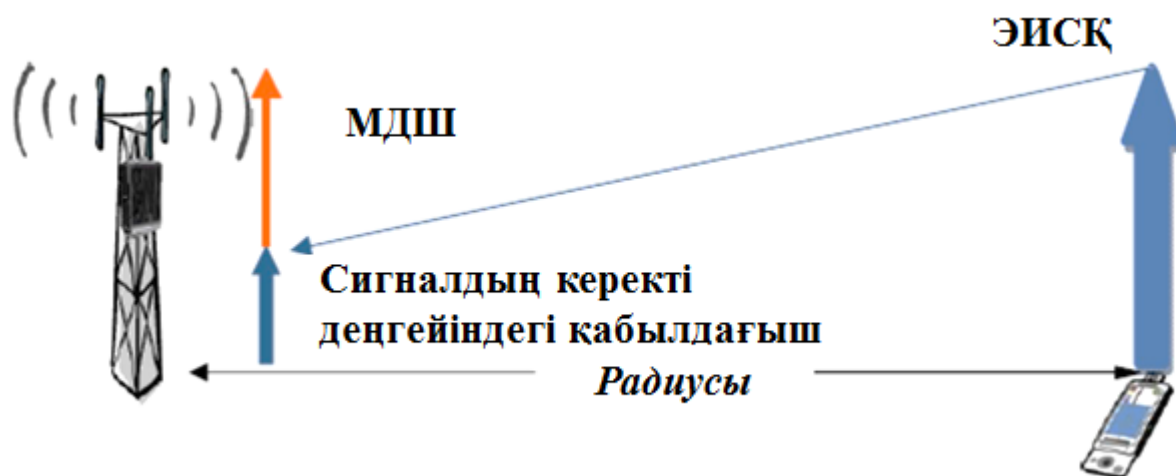
LTE желілерін жоспарлау үрдісінде сымсыз радиоқолжетімділігінің басқа технологияларын жоспарлау үрдісінің айырмашылықтары болады. Басты айырмашылығы – көпстанциялы қолжетімділікті OFDM технологияларының базасында пайдалану, осыған байланысты жаңа түсініктер пайда болады және жобалау алгоритмдері өзгереді.

LTE радиожелісін жоспарлау ауылды елді-мекенде жүргізіледі, бұл дегеніміз - абоненттер тығыздығы жоғары емес және базалық станциялар бір-бірінен максималды қашықтықта орналасуы керек, әрбір eNB арқылы жалпы территорияны жабуы керек. Осыған байланысты, тиісті жиілікті диапазонды таңдау қажет. Аталған жағдайда, жиілік төмен болған сайын, радиобелгінің таралуы да алысырақ болады деген ережеге сүйену қажет. жиілікті диапазон 791 – 862 МГц осы тапсырманы орындау үшін толығымен жарамды болады. Дуплекс түрін FDD жиілікті етіп таңдайық.

3.2.1 Радиожабынды талдау

Радиожабын талдамасын (МДШ) линиясындағы максималды шекті шығындарды есептеуден бастайық. МДШ таратқыштың эквиваленті изотропты сәулеленетін қуаттылығы және түйіндес жақтағы қабылдағыш кірмесіндегі белгінің қажетті қуаттылығы арасындағы айырмашылық ретінде есептеледі, байланыс арнасындағы барлық шығындарды есептей отырып, қабылдағыштағы белгінің қалыпты демодуляциясы қамтамасыз етіледі.

МДШ есептеу қағидасы 3.2 суретте көрсетілген.



Сурет 3.2 - МДШ есептеу қағидасы

Есептеуде келесі параметрлерді қолданайық:

- Жүйелі жолақ: 20 МГц; FDD үшін = 10/10 (DL/UL);
- eNB – әрбір секторда бір TRX, шығыс қуаттылығы TRX = 40 Вт (46 дБм); DL линиясында MIMO 2×2 режимінде жұмыс істейді;
- UE – абоненттік терминал – USB-модем, 4 класс – ЭИСК 33 дБм;
- DL/UL кадрлар ұзақтығының қатынасы: 100%/100%

Максималды шекті шығындарды есептеу келесі формула бойынша жүргізіледі:

$$L_{\text{МДШ}} = P_{\text{ЭИСК,прд}} - S_{\text{ч.прд}} + G_{\text{А.прд}} - L_{\text{Ф.прд}} - M_{\text{прон}} - M_{\text{пом}} - M_{\text{затем}} + G_{\text{хо}}, \quad (3.11)$$

мұндағы $P_{\text{ЭИСК,прд}}$ – таратқыштың эквивалентті сәулеленетін қуаттылығы;

$S_{\text{ч.пр}}$ – қабылдағыш сезімталдығы;

$G_{\text{А.прд}}$ – таратқыш антеннасын күшейту коэффициенті, $G_{\text{А.прд}}$: DL = 18 дБи, UL = 0 дБи;

$L_{\text{Ф.прд}}$ – таратқыштың фидерлік жолдағы шығындары, $L_{\text{Ф.прд}}$: DL = 0,3 дБ; $M_{\text{прон}}$ – ауылды мекенге арналған мекемедегі белгінің кіру қоры, $M_{\text{прон}} = 12$ дБ;

$M_{\text{пом}}$ – кедергілерге арналған қор. $M_{\text{пом}}$ көршілес ұядағы жүктемелерге тәуелді жүйелік деңгейді модельдеу нәтижесі бойынша анықталады; $M_{\text{пом}}$ мәні көршілес ұядағы жүктемеге сәйкес келеді-70%. $M_{\text{пом}}$: DL = 6,4 дБ; UL = 2,8 дБ;

$G_{\text{хо}}$ – хэндоверден алынатын пайда. Хэндоверден алынатын пайда – қызмет көрсетіжылін ұядағы терең тынудың пайда болуында, абонентті терминал қабылдаудың жақсы сипаттарымен хэндоверді жүзеге асыра алады. $G_{\text{хо}} = 1,7$ дБ.

$P_{\text{ЭИСК,прд}}$ келесі формула бойынша есептеледі:

$$P_{\text{ЭИСК,прд}} = P_{\text{вых.прд}} + G_{\text{А.прд}} - L_{\text{Ф.прд}} \quad (3.12)$$

мұндағы $P_{\text{вых.прд}}$ таратқыштың шығыс қуаты $P_{\text{вых.прд}}$ LTE «төменгі» линиясында сайт жолақтарының еніне тәуелді болады, ол 1,4 – 20 МГц аралығында ауытқиды. 5 МГц шектерінде қуаттылығы 20 Вт (43 дБм) таратқыштарды рационалды таңдау керек, ал 5 МГц жоғары болса -40 Вт (46 дБм) таңдалады. $P_{\text{вых.прд}}$: DL = 46 дБм, UL = 33 дБм. DL линиялары үшін:

$$P_{\text{ЭИСК,прд}} = 46 + 18 - 0,3 = 63,7 \text{ (дБм)},$$

UL линиялары үшін:

$$P_{\text{ЭИСК,прд}} = 33 \text{ (дБм)}.$$

$S_{\text{ч.пр}}$ формула бойынша есептеледі:

$$S_{\text{ч.пр}} = P_{\text{тш.пр}} + M_{\text{осш.пр}} + L_{\text{пр}} \quad (3.13)$$

мұндағы $P_{тш.пр}$ – қабылдаушының жылу шуының қуаттылығы, $P_{тш.пр}$: DL = -174,4 дБм, UL = -104,4 дБм

$M_{осш.пр}$ - қабылдағыштың белгі/шу талап етіжылін қатынасы. $M_{осш.пр}$ мәні «Enhanced Pedestrian A5» каналының моделі үшін алынады.

$M_{осш.пр}$: DL = -0,24 дБ; UL = 0,61 дБ;

$L_{пр}$ – қабылдағыш шуының коэффициенті, $L_{пр}$: DL = 7 дБ, UL = 2,5 дБ; DL линиялары үшін:

$$S_{ч.пр} = -174,4 + (-0,24) + 7 = -167,64 \text{ (дБм)},$$

UL линиялары үшін:

$$S_{ч.пр} = -104,4 + 0,61 + 2,5 = -101,29 \text{ (дБм)}.$$

Алынған нәтижелерді есепке ала отырып, (3.12) және (3.13) формулалары бойынша, МДШ мәнін есептейміз:

DL линиялары үшін:

$$L_{МДШ} = 63,7 - (-167,64) - 12 - 6,4 - 8,7 - 1,7 = 205,94 \text{ (дБ)}$$

UL линиялары үшін:

$$L_{МДШ} = 33 - (-101,29) + 18 - 0,4 - 12 - 6,4 - 8,7 + 1,7 = 126,5 \text{ (дБ)}$$

Ұя радиусын және байланыс қашықтығын есептеу үшін, DL және UL линиялары үшін алынған МДШ екі мәнінен минималды шаманы таңдаймыз. Байланыс қашықтығы бойынша шекті линия ретінде жоғарғы линия алынады.

Okumura – Hata моделінде қала шарттарында радиобелгілердің орташа өшуін анықтауға арналған келесі мән ұсынылады.

$$L_{\Gamma} = 69,5 + 26 \lg f_c - 13,82 \lg h_t - A(h_r) + (44,9 - 6,55 \lg h_t) \times \lg d, \quad (3.14)$$

Ал ауылды елді-мекен үшін бұл мән өзгереді:

$$L_c = L_{\Gamma} - 4,78(\lg f_c)^2 + 17,33 \lg f_c - 40,94 \quad (3.15)$$

мұндағы f_c – жиілік 150 - 1500 МГц;

h_t – жіберу антеннасының биіктігі (eNB ілгіші) 15 - 50 метр;

h_r – қабылдау антеннасының биіктігі (мобильді құрылғы антеннасы) 1-10 метр аралығында;

d – ұя радиусы: 1 -20 км;

$A(h_r)$ – мекен түріне тәуелді болатын, жылжымалы объект антеннасының биіктігін анықтауға арналған түзету коэффициенті.

Есептеуге арналған параметрлер таңдауын орындайық:

$f_c = 800$ МГц;
 $h_t = 18$ метров;
 $h_r = 3$ метра.

Келесі формула бойынша қалалық мекенге арналған $A(h_r)$ түзету коэффициентін анықтайық:

$$A_{(h_r)} = (1,1lgf_c - 0,7) \times h_r - (1,56lgf_c - 0,8), \quad (3.16)$$

$$A_{(h_r)} = (1,1lg800 - 0,7) \times h_r - (1,56lg800 - 0,8) = 3,751$$

$$L_\Gamma = 69,5 + 26lg800 - 13,82lg18 - A(h_r) + (44,9 - 6,55lg18) \times lg0,9 = 119,763 \text{ (дБ)}$$

$$L_c = 122,67 - 4,78(lg800)^2 + 17,33lg800 - 40,94 = 88,79 \text{ (дБ)}$$

(3.14) және (3.15) формулаларына сәйкес, ұя радиусын есептейік, $d \approx 0,9$ км деп қабылдайық.

S_{eNB} үшсекторды ұяны жабу ауданын келесі формуламен анықтайық:

$$S_{eNB} = 9 \frac{\sqrt{3}}{8} \cdot d^2 \quad (3.17)$$

$$S_{eNB} = 9 \frac{\sqrt{3}}{8} \cdot 0,9^2 = 1,5783$$

3.2.2 Жиілікті-территориялық бөлшектену және eNB Алматы қаласы Наурызбай ауданы территориясына жүйелі орнату

Абоненттердің жылжымалы радиобайланыс желілерін жобалаудың негізгі кезеңіне жиілікті-территориялық жоспарлау кезеңі жатады, сол арқылы желі құрылымы, базалық станциялардың таралу орны таңдалады, базалық станцияларға арналған радиоарналарды тарату жоспары дайындалады, жоспарлардың территориялық және қызмет көрсету зонасындағы жиілікті шектеулер шартына бейімделуі орындалады.

Ең алдымен, eNB базалық станциялары желі жоспарланатын аудан территориясына орнатудың жүйелі жоспарын құру қажет. Жобалау мақсаты аудан территориясын толық радиоқамту емес. Жобаның басты мақсаты – халық тығыз орналасқан аудандарды радиобелгімен тұрақты қамтамасыз ету. Осы шартқа байланысты, мекен бедерінің ерекшеліктерін есепке ала отырып, базалық станцияларды орнатуды орындайық. Халық тығыз орналасқан

аудандарды радиобелгімен тұрақты қамтамасыз етуге қажетті eNB базалық станцияларының минималды саны 4 дананы құрайды.

Осылайшы, барлық eNB келесілей сипаттамалардан тұратын желі құрылады:

- әрбір таратқыш қуаттылығы – 40 Вт;
- антенна ілгішінің биіктігі – 18 метр;
- TRX – 3 қабылдағыш-таратқыштарының саны (әрбір сектор бойынша біреу);
- Бір секторға арналған жүйелі жолақ – 20 МГц (10 МГц «жоғарғы» және «төменгі» линиялар үшін, «төменгі» линиялар үшін 10 МГц).
- «төменгі» линия MIMO 4×2 технологиясын қолдайды;

Өткізу қабіжылі: «төменгі» линия үшін - 102,9 Мбит/с, «жоғарғы» линия үшін -54,87 Мбит/с.

Жиіліктік жоспарын құрайық. Жоспарланатын желімен 791 - 862 МГц жиілік жолағы бөлінді, жиілікті спектр ені 71 МГц құрайды. Әрбір eNB секторына 20 МГц белгілеу қажет. Осылайша, спектрдің ені 20 МГц бойынша 3 бөлікке бөлінеді, қорғау жиілікті жолақтары әртүрлі сектордағы жабылуларлы болдырмау үшін қосылады. Әрбір спектрдің үш бөлігіне шартты нөмір берейік және жиілікті жоспар құру нәтижелерін 3.2 кестеге енгізейік.

Кесте 3.2 - Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы LTE желісінің жоспарланатын жиілікті жоспары

Нөмір	Сектор	Азимут	Қызмет көрсету зонасының радиусы, км	Жиілікті спектр бөлігінің шартты нөмірі
1	1.1	0	0.9	1
	1.2	120	0.9	2
	1.3	240	0.9	3
2	2.1	0	0.9	1
	2.2	120	0.9	2
	2.3	240	0.9	3
3	3.1	0	0.9	1
	3.2	120	0.9	2
	3.3	240	0.9	3
4	4.1	0	0.9	1
	4.2	120	0.9	2
	4.3	240	0.9	3

LTE желісін пайдалануға бергеннен кейін, желіні оңтайландыру кезеңі келеді, бұл кезеңде орындалған жоспарды түзету жүргізілуі мүмкін, дәл айтқанда желінің өткізу қабіжылінің артуы, радиомодульдер аспасы биіктігінің өзгеруі, радиомодульдердің сәулеленетін қуатының артуы немесе төмендеуі.

Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы LTE жобаланатын желісінің номиналды ұялы жоспарын құрайық (3.3 сурет).



Сурет 3.3 - Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы LTE жобаланатын желісінің номиналды ұялы жоспары

3.3 Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы LTE желісі байланысын ұйымдастырудың жобалық сызбасы

Радиожабын зоналарын анықтау бойынша ақпараттық жүктемелерге, желілердің есептелген сыйымдылығын сәйкес, кеңжолақты қолжетімділікті LTE технологиясы бойынша Алматы қаласы Наурызбай ауданында ұйымдастыру үшін 8 базалық станция талап етіледі. Әрбір eNB бастапқы өтімділігі қызмет етудің бастапқы кезеңінде 158 Мбит/с құрайды, ал Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы барлық LTE желісінде 1,106 Гбит/с құрайды. Желіні қосқаннан кейін, желіні оңтайландыру кезеңі басталады, сол кезеңде базалық станциялардың өтімділік қабіжылі «Nokia Siemens Network» компаниясының «Flaxi Multiradio» қосымша радиомодульдерін тарату әдісімен артуы мүмкін.

Әрбір базалық станция «Cisco ME 3600 X 24 CX» коммутаторына оптикалық талшық линиясы арқылы трафикті Gigabit Ethernet 1000 BASE-LX» (IEEE 802.3z) стандарты бойынша береді. «Cisco ME 3600 X 24 CX» коммутаторында 3 базалық станцияны қосу мүмкіндігі болады.

«Cisco ME 3600 X 24 CX» коммутаторын базалық станция құрылғыларын орнату үшін тікелей мекемеге орнатады.

«Cisco ME 3600 X 24 CX» коммутаторынан желілік трафик «Cisco 7603 OSR» бағдарлаушысына бағытталады, ол Алматы қаласы Наурызбай ауданының «Қазақтелеком» АҚ компаниясындағы байланыстар объектілерінің біреуінде орнатылады. «Cisco ME 3600 X 24 CX» және «Cisco 7603 OSR» арасындағы байланыс оптикалықталшықты линия арқылы «Gigabit Ethernet 1000 BASE-LX» (IEEE 802.3z) стандарты бойынша жүзеге асырылады.

Ары қарай желілік трафик EPCLTE желілеріне бағытталады, ол «Cisco ASR 5000 PCS3» мультисервисті платформасының көмегімен орындалады және Алматы қаласы Наурызбай ауданы «Қазақтелеком» АҚ компаниясындағы байланыстар объектілерінің біреуінде орнатылады. «Cisco 7603 OSR» бағдарлаушысы мен «Cisco ASR 5000 PCS3» платформасы арасындағы байланыс «10 Gigabit Ethernet 10 BASE-ER» стандарты бойынша оптикалықталшықты линия байланысымен жүзеге асырылады (IEEE 802.3ae).

EPCLTE желіні басқарады, абоненттік сессияларды ұйымдастырады, қызметтерді басқарады, трафикацияны жүзеге асырады және арнайы интерфейстер арқылы және сыртқы желінің шлюзымен байланысады: 2G, 3G, не - 3GPP, Internet, ISDN, IMT.

Жобалық желі байланысын ұйымдастыруда қолданылатын Ethernet стандарттарының қысқаша сипаттамасы:

- 1000 BASE-LX – бірмодалы оптикалық талшықты қолданатын стандарт; қайталаушысыз белгінің өту қашықтығы пайдаланылатын қабылдаушы-таратқыштар түріне тәуелді болады және 5-60 км құрайды. Деректерді жіберу жылдамдығы -1 Гбит/с;
- 10 GBASE-ER – бірмодалы оптикалық талшықты қолданатын стандарт; белгінің өту қашықтығы -50 км. Деректерді жіберу жылдамдығы-10 Гбит/с. Барлық желілік трафик IP – протоколы бойынша жіберіледі.

Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы LTE желісі байланысын ұйымдастырудың жобалы сызбасы В қосымшасында ұсынылған.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста LTE технологиясын пайдалану арқылы Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы сымсыз қолжетімділікті орнатудың мәселелері мен міндеттері қарастырылған. Сымсыз өзара байланыстың жаңашыл технологияларының қалыптасу тәуелділігі және шағын қалалардағы ғаламтор желісінің қолжетімділігінің тәуелділігі көрсетілген.

Аталған жобада желіні жобалау ауданының толық сипаты көрсетілген. LTE желісін жобалаудың технико-экономикалық түсіндірмесі келтірілген, сол арқылы желі құрылыс жұмыстарының «көпмақсатты» нұсқасы таңдалған. Сонымен қатар, қала тұрғындарын байланыспен қамту деректері әртүрлі технологиялар бойынша қарастырылған.

LTE жобаланатын желісінің тасымал базасын IP-протокол рәсімдейді, ол желі трафигін тасымалдау үшін жұмыс істейді.

Желінің өтімділік мүмкіндігі есептелген. Есептің негізгі бастапқы мәніне LTE технологиясын спектрлі беру жатады, ол 3GPP Release 9 жарияланған. Осы желінің өткізу қабіжылі 1,104 Гбит/с құрайды. Бұл желіге арналған жиілікті спектр 791 – 862 МГц ретінде таңдалды, ал дуплекс түрі – жиілікті FDD. Одан басқа, жобалық желіге қызмет көрсететін абоненттер санының есебі келтірілген. Бұл бөлімде тасымал желісі құрылғыларын таңдау жүргізіледі, сол арқылы LTE желілері үшін «Cisco Systems» компаниясының шешіміне басымдылық беріледі. LTE жобаланатын желісінің тасымал желісі оптикалық линиялар көмегімен Ethernet технологиясы бойынша жүзеге асырылады.

LTE желілерінің құрылғыларын таңдау жүргізілді. Құрылғылардың өзгерген ассортиментінен «Cisco Systems» фирмасының шешімі жарамды болып табылады, ол «Cisco ASR 5000 PCS3» мультисервисті платформасын пайдаланады. Радиоқолжетімділік құрылғысы түрінде «Nokia Siemens Network» фирмасының «Flexi Multiradio» базистік станциясы таңдалды, ол LTE желілерін ұсынатын басқа өндіруші-компанияларға қарағанда басымдылыққа ие.

Соңғы он жылдағы сымсыз байланыс технологияларының дамуы алға жүріп келе жатыр. Сымсыз желіні ұсыну жылдамдығы он есе артты. Қызметтердің кең спектрі, қызмет көрсетудің жоғары сапасы, жеткілікті тасымалдаушылық заманауи сымсыз байланыс желілерінің басты артықшылықтары болып табылады. LTE технологиясын дайындау қала маңындағы мекендерді бекітілген байланыстан толық шығаруға алғашқы қадамды жасады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бабаков В. Ю., Вознюк М. А., Михайлов П. А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. Учебное пособие для ВУЗов.
- 2 Вишневецкий В. М., Портной С. Л., Шахнович И. В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. – М.: Техносфера, 2009. – 156 с.
- 3 Гельгор А. Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 188 с.
- 4 Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г. Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2010. – 225 с.
- 5 Кааринен Х. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы. – М.: Техносфера, 2007. – 110 с.
- 6 Печаткин А. В. Системы мобильной связи. Часть 1. – РГАТА, Рыбинск, 2008. – 229 с.
- 7 Тихвинский В. О., Терентьев С. В., Юрчук А. Б. Сети мобильной связи LTE: технология и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 176 с.
- 8 Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика, теория и практика. – М.: Кудиц – Пресс, 2008. - 110 с.
- 9 ГОСТ 464-79, «Заземления для стационарных установок проводной связи, радиорелейных станций, радиотрансляционных узлов и антенн систем коллективного приема телевидения».
- 10 РД 45.162-2001. Комплексы сетей сотовой и спутниковой подвижной связи общего пользования.
- 11 Абдул Базит. Расчет сетей LTE. – Хельсинский технологический университет, 2009. – 149 с.
- 12 Farooq Khan. LTE for 4G Mobile Broadband. Air Interface Technologies and Performance. – Cambridge University Press, 2009. – 232 с.
- 13 Harri Holma, Antti Toskala. LTE for UMTS. OFDMA and CS-FDMA Based Radio Access. – John Wiley Ltd, 2009. – 135 с.
- 14 Stefania Sesia. LTE. The UMTS Long Term Evolution. From Theory to Practice. – John Wiley Ltd, 2009. – 178 с.
- 15 3GPP TS 36 104: «E-UTRA Base Station (BS) radio transmission and reception» (Release 9). April 2011.

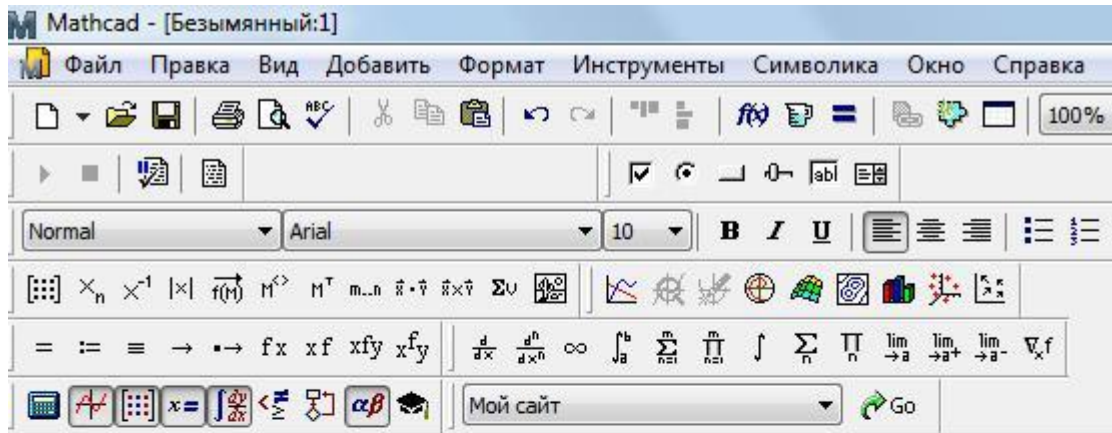
ҚОСЫМША А

Кесте А1 - E-UTRA радиоқатынау желісіне арналған жиілік диапазоны

Жұмыс диапазондары- ның тәртібі	Жиілік диапазондар, МГц		Дуплекс түрі
	Байланыс желісі «жоғары» (UL)	Байланыс желісі «төмен» (DL)	
1	1920 - 1980	2110 - 2170	FDD
2	1850 – 1910	1930 – 1990	FDD
3	1710– 1785	1805 – 1880	FDD
4	1710 – 1755	2110 – 2155	FDD
5	824 – 849	869 – 894	FDD
6	830 – 840	875 – 885	FDD
7	2500– 2570	2620– 2690	FDD
8	880 – 915	925 – 960	FDD
9	1749,9 – 1784,9	1844,9 – 1879,9	FDD
10	1710– 1770	2110– 2170	FDD
11	1427,9 – 1452,9	1475– 1500,9	FDD
12	698 – 716	728 – 746	FDD
13	777 – 787	746 – 756	FDD
14	788 – 798	758 – 768	FDD
17	704 – 716	734 – 746	FDD
18	815 – 830	860 – 875	FDD
19	830 – 845	875 – 890	FDD
33	1900– 1920		TDD
34	2010– 2025		TDD
35	1850– 1910		TDD
36	1930– 1990		TDD
37	1910– 1930		TDD
38	2570– 2620		TDD
39	1880– 1920		TDD
40	2300– 2400		TDD

ҚОСЫМША Б

«MathCAD» бағдарламасы



$$fc := 800$$

$$\log(100, 10) = 2$$

$$ht := 18$$

$$d := 0.9$$

$$\underline{hr} := 3$$

$$Ahr := [1.1 \cdot (\log(fc, 10)) - 0.7] \cdot hr - [1.56 \cdot (\log(fc, 10)) - 0.8] = 3.751$$

$$Lr := 69.5 + 26.16 \cdot (\log(fc, 10)) - 13.821 \cdot (\log(ht, 10)) - Ahr + [44.9 - 6.551 \cdot (\log(ht, 10))] \cdot \log(d, 10)$$

$$Lr = 122.666$$

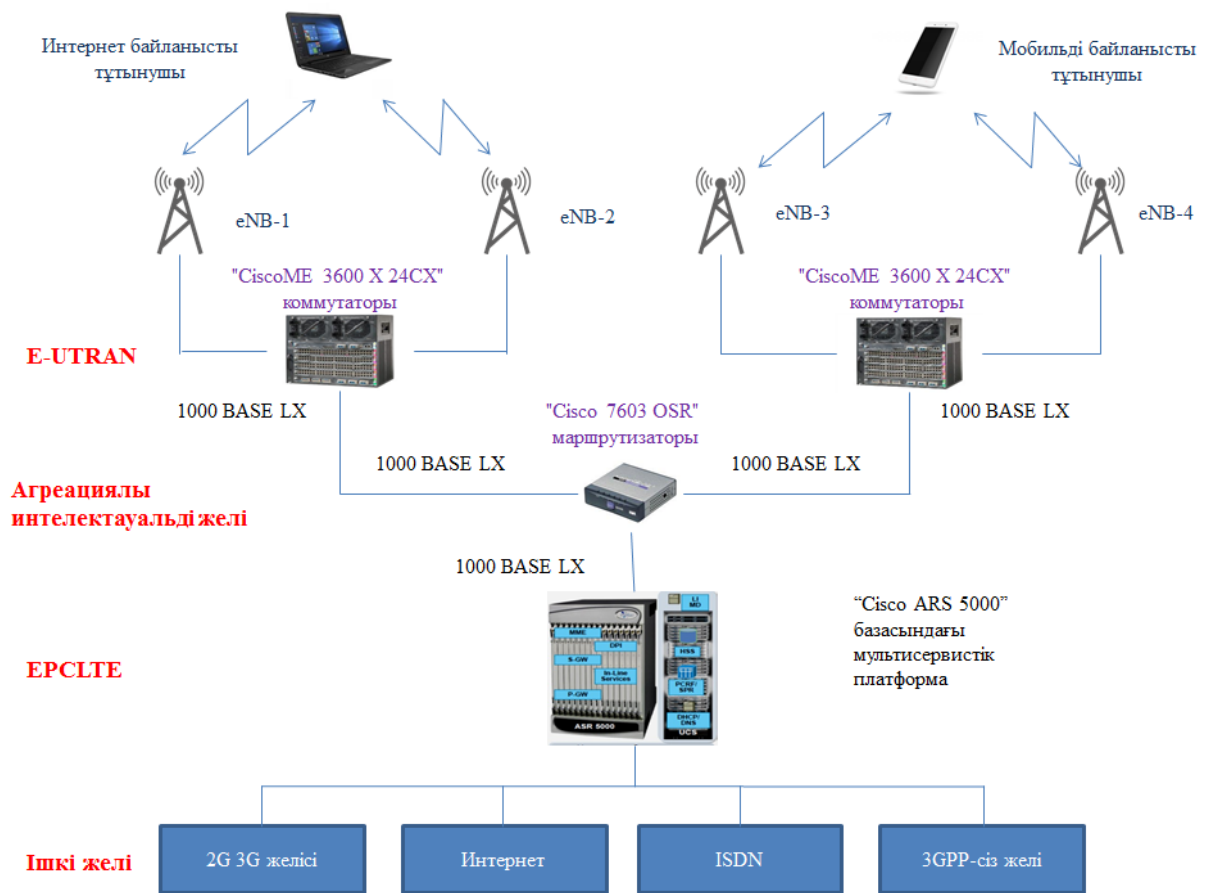
$$Lc := Lr - 4.78 \cdot (\log(fc, 10))^2 + 17.331 \cdot (\log(fc, 10)) - 40.94 = 91.754$$

$$Senb := 9 \frac{\sqrt{3}}{8} \cdot d^2 = 1.578$$

Сурет Б1 - «MathCAD» бағдарламасы, радиосигналдардың орташа әлсіреу өшулігінің және үш секторлық ұяшық қамту аймағының көмегімен есептелінді.

ҚОСЫМША В

Байланысты ұйымдастырудың сұлбасы



Сурет В1- Алматы қаласы Наурызбай ауданының LTE желісі бойынша байланыс ұйымдастырудың жобалық сұлбасы

Дипломдық жұмысқа

РЕЦЕНЗИЯ

Каришев Алишер Бауыржанулы

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «Алматы қаласы Наурызбай ауданына LTE технологиясын қолдану арқылы желілерді жалғастыру»

Орындалды:

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

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл диплом жобада LTE технологиясын таңдай отырып, Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы желісін сымсыз қатынауды ұйымдастыру мәселелерін шешу жолдары қарастырылды. Қажетті құрал-жабдықтарға талдау жүргізіліп, қажетті құрал-жабдықтар таңдалынды, негізгі стансалардың жабу аймақтары мен жобаланатын желіге түсетін жүктеме тарату трассасындағы қуат пен сигнал шығындары және байланыс сапасын бағалау параметрлері толықтай есептелінді.

Дипломдық жобада LTE технологиясын сымсыз қатынау процестерін берілген әдісте жұмыстың сапасын жақсартатын әлемдік процестердің параметрлері қолданылған.

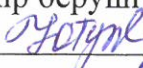
Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

Бұл дипломдық жоба жоғарға оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – желілерді құруды талдау және салыстыру технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Каришев Алишер Бауыржанулы 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Пікір беруші


Юсупова Г. М.
Туран университеті
РЭТ каф., ассоц проф. PhD
« 23 » _____ 2019 ж.



ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс
(жұмыс түрлерінің атауы)

Каришев Алишер Бауыржанұлы
(оқушының аты жөні)

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «Алматы қаласы Наурызбай ауданына LTE технологиясын
колдану арқылы желілерді жалғастыру»


Бұл диплом жобада LTE технологиясын таңдай отырып, Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы желісін сымсыз қатынауды ұйымдастыру мәселелерін шешу жолдары қарастырылды.

Қажетті құрал-жабдықтарға талдау жүргізіліп, қажетті құрал-жабдықтар таңдалынды, негізгі стансалардың жабу аймақтары мен жобаланатын желіге түсетін жүктеме тарату трассасындағы қуат пен сигнал шығындары және байланыс сапасын бағалау параметрлері толықтай есептелінді.

Дипломдық жобада LTE технологиясын сымсыз қатынау процестерін берілген әдісте жұмыстың сапасын жақсартатын әлемдік процестердің параметрлері қолданылған.

Жалпы, дипломдық жобаға «өте жақсы» (95%) деген баға, ал студент Каришев Алишер Бауыржанұлы 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

 Джунусов Н.А.
(қолы)

«25» 04 2019 ж

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс
(жұмыс түрлерінің атауы)

Каришев Алишер Бауыржанұлы
(оқушының аты жөні)

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «Алматы қаласы Наурызбай ауданына LTE технологиясын
қолдану арқылы желілерді жалғастыру»

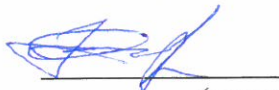
Бұл диплом жобада LTE технологиясын таңдай отырып, Алматы қаласы Наурызбай ауданындағы желісін сымсыз қатынауды ұйымдастыру мәселелерін шешу жолдары қарастырылды.

Қажетті құрал-жабдықтарға талдау жүргізіліп, қажетті құрал-жабдықтар таңдалынды, негізгі стансалардың жабу аймақтары мен жобаланатын желіге түсетін жүктеме тарату трассасындағы қуат пен сигнал шығындары және байланыс сапасын бағалау параметрлері толықтай есептелінді.

Дипломдық жобада LTE технологиясын сымсыз қатынау процестерін берілген әдісте жұмыстың сапасын жақсартатын әлемдік процестердің параметрлері қолданылған.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Каришев Алишер Бауыржанұлы алдына қойған инженерлік есептерін шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Сонымен қоса, дипломдық жоба стандартқа сай жасалған. Студент Каришев Алишер Бауыржанұлы диплом алды қорғауға жіберілді.

Ғылыми жетекші

 Джунусов Н.А.

(ҚОЛЫ)

«29» 04 2019 ж

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Каришев Алишер Бауыржанулы

Название: Алматы қаласы Наурызбай ауданына LTE технологиясын қолдану арқылы желілерді жалғастыру

Координатор: Нуридин Джунусов

Коэффициент подобия 1:1,5

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:43

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Каришев Алишер Бауыржанулы

Название: Алматы қаласы Наурызбай ауданына LTE технологиясын қолдану арқылы желілерді жалғастыру

Координатор: Нуридин Джунусов

Коэффициент подобия 1:1,5

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:43

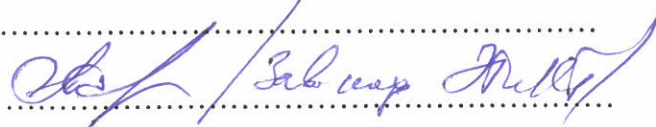
После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

29.04.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения