ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Телекоммуникациялық жүйелер **кафедрасы**

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

_____ «____» _____20___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: LTE жейлерінде телекоммуникациялық жүйелерді құруды талдау

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

Орындаған Кенжеғали Нұрзат МТС к-12-02
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші аға оқытушы Кичкенбаева А.Т.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қолы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:
к.э.н., профессор Базылов Казкен Базылович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «31» 05 2016 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
т.ғ.к. доцент Абикенова А.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «27» 05 2016 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
аға оқытушы Шуғайып Ч.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «26» 05 2016 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: аға оқытушы Телигрқолова Э.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «30» 05 2016 ж.
(қолы)

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

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті

Радиотехника, электроника және телекоммуник мамандығы

Телекоммуникациялық жүйелер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Женжеғали Нұрзат

(аты - жөні)

Жоба тақырыбы LTE желілерінде телекоммуникациялық жүйелерді құруды талдау

ректордың «___» _____№____ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ ж.

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

$P_{тар} = 80$ – 20 дан сымсыз жей қуаты (шығыс құрылғыларда)

$C = 3 \cdot 10^8$ жарық жылдамдығы

$P_ч = -144$ дБ Вт/МГц кушейткіштің кедергі қуатының деңгейі

VAF = 0,35 абоненттердің сөйлесудегі орташа белсенділігі

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

1 LTE технологиясын талдау

2 LTE желісінің архитектурасы

3 LTE желісінің параметрлері

4 Телекоммуникация нарығында LTE-ні талдау

5 LTE желісінің дамуы

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. LTE - мақсаттарының негізгі құрауыштары
2. LTE - жиілінің архитектурасы
3. LTE - жейсінің сулбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Гельгор А.Л. LTE мобильной передачи данных: учебное пособие - СПб: Изд-во Политехн. ун-2011.
2. Гихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE: технология и архитектура - М: Эко-Трендз, 2010.
3. М.К. Дюсебаев, З.А. Камкарова, Ф.Р. Жандаулетова. Конспект лекции для студентов всех форм обучения по специальности 0507 19 - Радиотехника, электроника и телекоммуникация

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Бабалов [illegible]	171-310576	[illegible]
ОТВ	Аникова А.А.	0604-2705	[illegible]

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Теориялық бөлім	19.10.15	19.10.15.
	LTE технологиясын талдау		[signature]
	LTE желісін жүмыс істеу принциптері		
	LTE параметрлеріне шолу	20.11.-03.12.16	
	LTE желісінің дамуы		[signature]
	LTE стандартының архитектурасы	07.12 - 21.12.15	
	LTE желісінің басқару		
	құрылғысын талдау		
	e NodeB and LTE базалық	04.01.16-18.01.16	
	станциясының құрылғыларын		
	талдау		
			[signature]
2.	Есептеу бөлімі		
	Желінің өткізу кабілетін	11.01-25.01.16	
	есептеу		
	LTE желісінің радиоқамту	25.01.16-08.02.16	
	аймағын есептеу		[signature]
	Тұрақты абоненттер		
	санын есептеу		
3.	Өміртіршілік қауіпсіздігі		
	Еңбек жағдайын талдау	03.02.16-10.02.16	
	Табиғи ж/е жасанды		
	жарықтануды есептеу		
4.	Экономикалық бөлім	15.-02.16-25.02.16	
	капиталды шығыстарды анықтау		
	Еңбек ақыға төленетін		
	шығындар		

Тапсырманың берілген уақыты «_____»_____20___ж.

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

Жоба жетекшісі [signature] Кичкенбаева А.Т.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент [signature] Кенжеғали Н.Д.
(қолы) (аты -жөні)

Андапта

Бұл дипломдық жобада LTE технологиясының негізінде желі құруды талдау көрсетілген.

Жұмыстың техникалық бөлімінде LTE желісінің негізгі параметрлері, архитектурасы, технологиясы қарастырылған. Желінің өткізу қабілетінің есебі, жобаланған желінің қызметін атқара алатын абонент саны есептелінді. Сонымен қатар транспорт желісінің қондырғылары таңдалды.

Экономикалық бөлімде жоба техника – экономикалық түрде түсіндірілді және де LTE желісін құру жобасының сатып алу мерзімі есептелінді. Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде жұмысшылар бөлмесінің табиғи жарықтандыру мен жасанды жарықтандыруы қарастырылған.

Аннотация

В данном дипломном проекте проводится анализ сети на основе технологии LTE.

В технической части работы рассмотрены технология, архитектура, основные параметры сети LTE, частоты. Проведен расчет пропускной способности сети, расчет количества абонентов, которое сможет обслужить планируемая сеть. Также проведен выбор оборудования транспортной сети.

В экономической части проект был технико-экономически обоснован, также рассчитан срок окупаемости проекта по построению сети LTE. В разделе безопасности жизнедеятельности рассчитаны естественный и искусственный освещение.

Annotation

In this graduation project is carried out of analysis a network based on LTE technology.

In the technical part of the paper discussed the technology, architecture, the basic parameters of the LTE network, the frequency. The calculation of network capacity, calculation of the number of subscribers that can cater for the planned network. In addition, the choice of transport network equipment is also carried out.

The economic part of the project was a feasibility justified, as calculated payback time for LTE network construction project. The life safety section designed industrial lighting .

Мазмұны

Кіріспе
1 LTE технологиясын талдау
1.1 LTE технологиясы
1.2 LTE желісінің жұмыс істеу принциптері мен құрылымы
1.3 Желінің негізгі элементтерінің мақсаты
1.4 LTE параметрлеріне шолу
1.5 LTE желісінің дамуы
1.6 Телекоммуникация нарығында LTE-ні талдау
1.7 LTE-нің Қазақстанда дамуы
1.8 Желінің архитектурасы
1.9 LTE стандартының желілік архитектурасы
1.10 1.10 LTE желісінің басқару құрылғысын таңдау
1.11 eNodeBand LTE базалық станциясының құрылғыларын таңдау
2 LTE желісінің параметрлерін есептеу
2.1 Желінің өткізу қабілетін есептеу. Тұрақты абоненттер санын есептеу
2.2 LTE желісі үшін радиобүркеу аймағын есептеу
2.3 Желінің өткізу қабілетін Free Pascal бағдарламасында есептеу
3 ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ
3.1 Еңбек жағдайын талдау
3.2 Дербес компьютермен жұмыс кезіндегі койылатын талаптар
3.3 Жасанды жарықтандыруды есептеу
3.4 Табиғи жарықтандыруды есептеу
4 Техникалық экономикалық негізделуі
4.1 Жобаның мақсаты
4.2 Компания АҚ «АЛТЕЛ»
4.3 Бизнес-жоспар
4.4 Капиталды шығыстарды анықтау
4.5 Жылдық операциалық шығыстарды естептеу
4.6 Еңбек ақыға төленетін шығындар.
4.7 Кәсіпорын табысын есептеу
Қорытынды
А қосымшасы
Б қосымшасы

Кіріспе

LTE (Long Term Evolution) бұл-жоғары жылдамдықта ақпараттың таратуымен сипатталатын, IP – протокол базасында сымсыз желілерді өңдеу әдісі болып табылады.

Негізгі бағыты – ақпаратты таратуда жоғарғы жылдамдықты қамтамасыз етеді және ұялы желідегі ұсынылатын қызметтерді іске асыру кезінде оператордың шығындарын азайтумен бірге, осы қызметтердің спектрін ұлғайту. Ауқымды дауыстық және бейне көрсетілум құжаттар алмасудан басқа өндірісшілер ағындық бейне көрсетілім сияқты қызметтерді қамтамасыз етіп жатыр, бірақ та әлі бүгінгі технологиялар арқасында ірі желілерде бұл қызметтің іске асыруы екіталай.

Теория жүзінде LTE желісі шамасымен 110 Мбит/с және одан да жоғары жылдамдықта 4G ақпарат беруді іске асыра алады. Ол бұрын шыққан технологиялардағы желілерде болмаған жаңа қызметтердің жұмысын толығымен жүзеге асыруға мүмкіндік береді. LTE барлық жер шарындағы LTE пайдаланушыларының абоненттер саны 250 млн астам болатын, осы дүние жүзіндегі 120 мемлекеттерден аса 300 ұялық операторларымен қосылған. 2017 жылға қарай ұялық желіні пайдаланатындар саны 5 млрд – қа дейін жетеді.

Егер Қазақстандағы LTE желісінің дамуы қарастырылатын болса, онда UMTS әдістемесі негізінде ұялық желінің кезектесіп іске асыруы жоспарланады. LTE мен GSM – ді барлық облыстарда, олардың қалалары маңында, сонымен қатар халқы 60000 адамнан асатын барлық қалаларда жүзеге асырылады. Алматы, Астана қалаларының маңында және де Қарағандыда, Ақтау, Атырау, Ақтөбе қалаларында 2016 жылдың соңына дейін бұл желі коммерциялық қолданысқа ие болады. Сонымен бірге барлық облыс орталықтары толығымен алынады. Халқы 60000 асатын қалаларда 2017 жылдың 1 наурызына дейін іске асырылады. Содан соң желінің ашылуын базалық станцияларды арттыруға бағыттайды. Абоненттерге әртүрлі трафиктің көлемімен әртүрлі дестелерді ұсынатын болады. Әлемдік эксперттер HSPA (3G) және LTE (4G) желілерді іске асырудағы шығындары тиімді дейді, сондықтан Қазақстан жеріндегі бұл желілерді іске асыруға болады.

Берілген дипломдық жобада LTE желісіндегі телекоммуникациялық жүйелер құруды талдау болады.

1 LTE технологиясын талдау

1.1 LTE технологиясы

LTE (ағылшын Long-Term Evolution – ұзақ мерзімді даму) — ұялы байланыс технологиясы, теориялық қабілетті қолдап, жылдамдығы 100 Мбит/сек және одан жоғарыдейінгі диапазонда4G деректерді беру (fourth generation — "төртінші буын"), (LTE Advance).

LTE үстінен 3GPP жұмыстары 2004 жылы басталып, оның негізгімақсаттары анықталды. Әдетте уақыт кезеңі технологияны құрудан бастап және оның мақсаттары іске қосылғанға дейін коммерциялық пайдалануға5 жыл керек, себебі,стандарттау жүйесі оған мұқтаж болған кезде дәл сол сәтте аяқталуы тиіс.Көптеген қозғаушы күштер, олардың дамуы, LTE жақсарту, тұрақты алға қарай қозғалды. Біріншіден, бұл жақсарту бәсекелестік технологиялар кабельдік желілерде, сондай-ақ қажеттілігі жақсартылған қуат сымсыз байланыс, төмендетілген бағасы-оның қызметтері және тұрақты бәсекелестік басқа сымсыз технологиялармен, 1.1 - суретте көрсетілгендей.

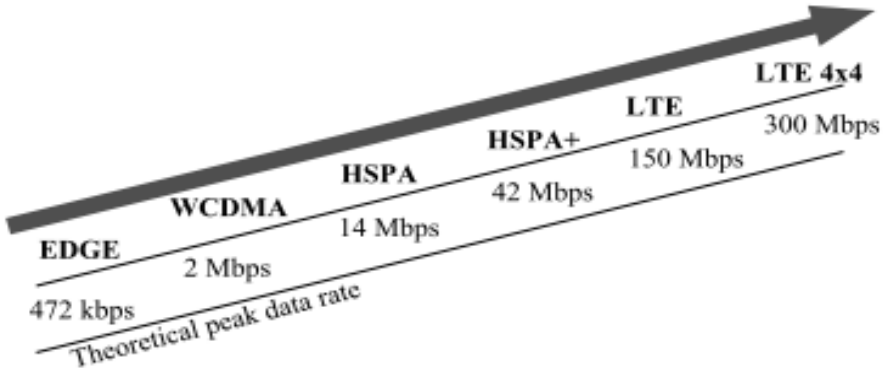
1.1Сурет – LTE мақсаттарының негізгі құраушылары

UMTP желісінің жетілдіру жиынтығы LTE болып табылады, қажетті өткізу жолағын қамтамасыз ету мен қызмет көрсетудің сапасына, MMS (мультимедиялық хабарламалардың қызметі) сияқты ақпараттар мен мәліметтердің кең көлемде таратуды қажет ететін қосымшаларды қолдану үшін жасалған. LTE негізін жерүсті радио сигналдар мен жақсартылған дестелік коммутациядан тұратын, жетілдірілген дестелік тарату жүйесін қамтиды, және де ақпаратты таратуды жоғары өткізу жолағымен, жеңілдетілген IP архитектурасы арқылы жоғарғы өткізу жолағы мен төменгі кідірістермен қамтамасыз етеді. Сонымен бірге LTE бір мегабайтқа кететін төмендетілген баға арқылы жаңа замандағы сымсыз кеңжолақты қызметті ұялық провайдерлерге ұсынады. Бұдан басқа, LTE желісі арнайы ұялы байланыс желісінегі провайдерлерге өздерінің желісін сәйкесінше, келешектегі желілік қажеттіліктерге түрлендіру үшін, болашақ технология ретінде қазіргі уақытта бар барлық желілерді біріктіруге жасалған болатын. Ол дауыстық ақпаратқа және мәліметтердің тарауына, сапасы көбірек қызметті қамтамасыз ететін болады.

LTE ұйялы желідегі алдыңғы стандарттарынан біраз ерекшеліктерімен артықшылықтары болады. Солардың ішіндегісі:

Жоғарғы жылдамдықтар (1.2 суретте салыстыру көрсетілген)

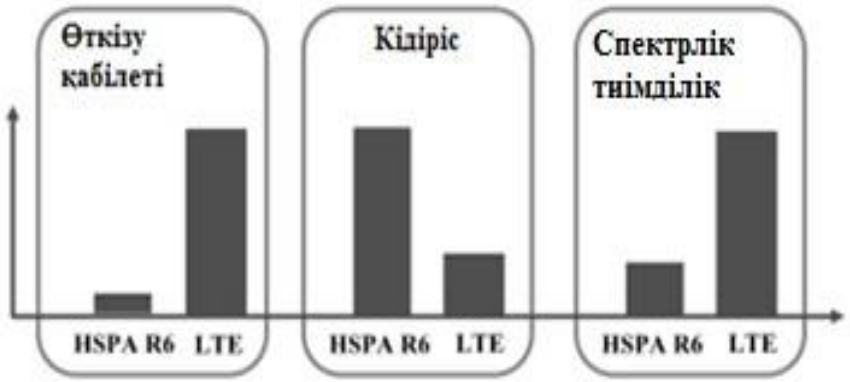
- төменгі бағыттағы 100 Мбит/с(20 МГц, 2х2 MIMO);
- жоғарыға 50 Мбит/с (20 МГц,1х2);



1.2сурет – Ұялы желі стандарттарының ең жоғарғы тарату жылдамдықтары

– Кем дегенде 200 белсенді қолданушылар әрбір 5 МГц те дауыстық қызметтерді қоланады.
– Төменгі кідірістер <5мс.
– Өткізу жолағы

4G қазіргі уақыттағы 3G жүйелеріндегі өткізу қабілетіне қарағанда,4 есе артық болады(1.3 сурет).



1.3 сурет – LTE жүйесінің ерекшеліктері

– Жетілдірілген спектрік тиімділігі

Спектрлі тиімділікте сымсыз желінің қолжетімділік деңгейімен өткізу жолағы қолданылады. Жетілділірлен мәндері осы өткізу жолағындағы ақпараттың көбірек таратуына мүмкіндік беріп, мұндағы пайдаланушылар мен қызметтердің саны артады.

Алдыңғы технологияларға қарағанда 2-4 есе көп ақпараттар таратуға болады.

– Сотаның шекарасындағы жетілдірілген тарату жылдамдықтары.

– Ядроның деңгейінде дауыс және мәліметтердің таратудың бөлінуі жоқ. Барлық желі бір IP арна арқылы таратылатын болды.

– Абоненттен алынған жетілдірілген қолдау сапасы.

LTE желілері әлемнің 100 астам мемлекеттерде іске қосылды, LTE қолданушылардың жалпы пайдаланушылар саны 2015 жылдың соңына қарай 200 млн болды, бұлардың ішінде көпшілігі АҚШ, Оңтүстік Корея мен Жапониядан.

1.2 LTE желісінің жұмыс істеу принциптері мен құрылымы

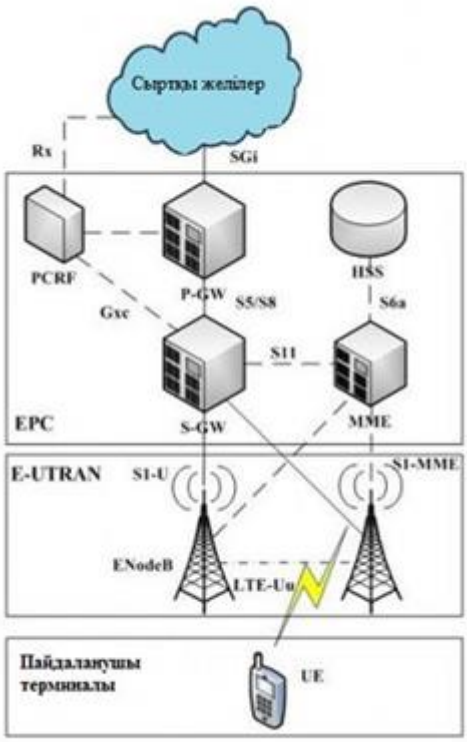
LTE желісі 1.4 суретте көрсетілгендей екі маңызды компоненттерден тұрады: радиоқатынау желілері E-UTRAN және базалық желі SAE(System Architecture Evolution) немесе EPC(Evolved Packet Core Network) [1], [3].

EPC желісінде мәліметттер ауыстыру тек IP протоколдарының коммутация дестесімен жүреі, соның арқасында LTE желісін алдындағы буын желілерінен біршама ерекшелендіреді, онда коммутация каналдары жеке элементтермен өзара қолданылды. Бұл желіге мына элементтер кіреді, басқаруға жауап беретін, маршрутизация, коммутация және әртүрлі мәліметтерді сақтау, олардың әрқайсысына жеке тоқталамыз.

E-UTRAN, базалық станциялардан(eNodeB) тұратын өзіне радиоинтерфейс функциясын алады және қолданушы терминалы(UE) мен EPC желісін қосатын буын болып табылады. Негізгі ерекшеліктері, LTE желісінің басқа барлық буын желілерінен айырмашылығы болып табылады, eNodeB базалық станциялары ақпаратты өздері арасында X2 протоклдары арқылы басқару функциясын қолданады. GSM стандартына қарағанда, мұнда BSS базалық станциясының ішкі жүйесі базалықBTS қабылдап таратқыштан тұрады және BSS базалық станциясы басқарушысы LTE желісінің бір элементінде eNodeB таратқыш функциясынмен басқарушымен біріктірілген.

LTE желісінде екі трафик бар, олар: қолданушыға мәлімет тарату(UP-User Plan) және сигналды ақпаратты тарату (CP- Control Plante). Радиоқатынау ішкі жүйесіне толығырық тоқталамыз. RAN радиоқатынау желісі 1.5 суретте көрсетілген.

Өз құрылымы бойынша радиоқатынау желісі RAN - Radio Access Network –UTRAN UMTSжелісінілерінеұқсаскөрінеді, немесе eUTRAN, бірақ бір ғана қосымша бар: қабылдау-таратушы антенналар мен базалық станция бір-бірімен белгілі бір X2хаттамасы бойыншабайланысты, ол оларды ұялы желге біріктіреді-Mesh Network–базалық станцияларға бір-бірімен тікелейдеректермен алмасуға мүмкіндік береді, бұл үшін контроллері RNC - Radio Network Controller [14].

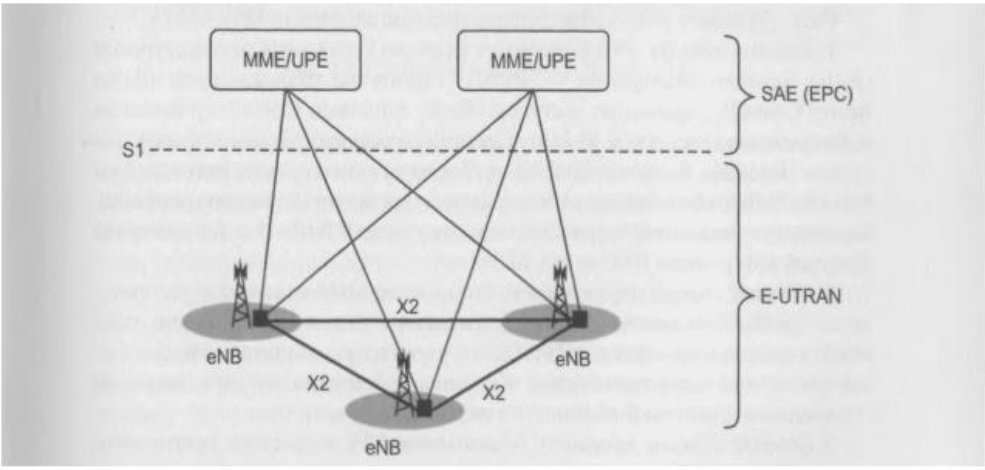


1.4сурет – LTE желісінің компоненттері

Оның үстіне өзара байланысты базалық станциялар жүйесімен ұялы құрылғыларды басқару MME - Mobility Management Entity - және do S-GW - Serving Gateway сервистік жүйелері, «көбі көптеген»арқылы жүзеге асырылады, үлкен жылдамдықты шағын кешіктіріпалуға мүмкіндік береді.

Базалық желісі SAE [3], кейде желісімен EPC аталады (Evolved Packet Core), құрамында тораптары MME/UPE [4, 7, 8], логикалық элементтерден МХБ және UPE тұрады.Логикалық элемент МХБ (Mobility Management Entity) жауап беруші міндеттерді шешу үшін басқару тұтастығымен абоненттік терминалдың және өзара іс-қимыл жасайды, базалық станциялар желісі eNB E-UTRAN көмегімен хаттамалар жазықтықта басқару жүзеге асырылады C-plane (интерфейс Sl-C).Логикалық элемент UPE (User Plane Entity) жауап беруге деректер пайдаланушылардың хаттамасына сәйкес жазықтықта пайдаланушының U-plane және eNodeB S1-Uинтерфейстері арқылыөзара іс-қимыл жасайды .

S1интерфейсі арқасындабазалық станцияның біріктірілген бірнеше дб-лами MME/UPE мүмкіндік береді неғұрлым икемді пайдалану желілік ресурс. Мұндай интерфейсті Sl-flex деп атайды.



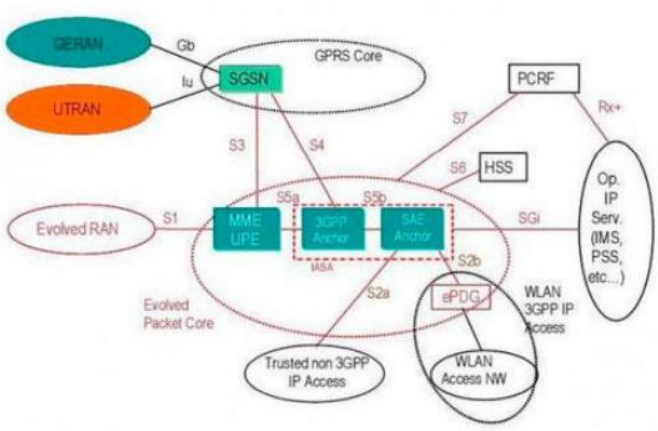
1.5сурет – E-UTRAN радиоқатынау және SAE базалық желісінің өзара ара қатынасы

1.6суретте 4G(LTE) желісінің сұлбасы көрсетілген.

Көрсетілгендей, осы сұлбалар, LTE желісін дегі модульдер желілерін 2,75 G (EDGE), 3G (UMTS) қамтиды.Осы ерекшеліктері төртінші буын желілерінің құрылысы спецификалқ болады және тезіреккелесі сатыда даму бүгінгі технологияларға қарағанда бірнеше есе жаңа.

Мысалы, сәйкесінше мұндай құрылымды, қоңырау шалу немесе интернет-сессия LTE желісінің қамту аймағында үзіліссіз қосылыста желіге 3G (UMTS) немесе 2G (GSM) берілді. Бұдан басқа, LTE WI-FI (белгісі WLAN AccesNWжоғарыда келтірілген сызбада көрсетілген) желілері және Интернетпен өте оңай интеграцияланады.

LTE желісінің маңызды міндеттерінің бірі радиоресурстарды барынша тиәмдә пайдалану болып табылады.Бұл міндет жиынтығы басқару функцияларын радиоресурстармен көмегімен шешіледі RRM(радиоресурстар желісінінің басқармасы E-UTRAN, басқару қызметімен деректерді беру радиоарнада, басқару тұтастығымен, қолжетімділікті басқару, динамикалық ресурстарды бөлу) RRC протоколының көмегімен радиоресурстарды басқару .



1.6сурет – LTE желісінің сұлбасы

1.3 Желінің негізгі элементтерінің мақсаты

MME(Ұялы БасқаруТорабы — Mobility Management Entity). Бұл LTE желісіндегі негізгі басқарушы элемент [1], [5]. MME (ұялы басқару торабы MobilityManagementEntity). Бұл негізгі басқарушы элемент LTE желісінде[1],[5]. Ол басқару функциялары ғана жүзеге асырады және қолданушы деректер мен жұмыс істейді. UE арқылы тікелей байланыс қолжеткізеді (NAS –NonAccessStratum):

- ЕР және UE желілері арасындағы дабыл
- Әр түрлі желілер арасындағы хендовер орындалғын жағдайдағы дабыл.
- P-GW және S-GW таңдауы
- Роуминг
- 2G немесе 3G орындалған кезіндегі хендовер үшін SGSN таңдауы
- Дабылды заңды түрде қабылдау
- Сәйкестендіру кезінде UE желісінде MME салыстырады, оның тұрақты тіркеу нөмір мен базада тіркелген нөмерін салыстыру кезінде HSS(Home Subscription Server) үшін оның төлнұсқалығын тексеру.
- Басқа элементтер желісін арналар арқылы басқару. БС(ENodeB) LTE желісінде келесі функцияларды орындау:
- Басқармасы радиоқорлармен (RRM-Radio Resource Management):радиоарналарды бөлу, динамикалық қорларды бөлу жас жұлдызы және шығатын бағыттары диспетчерлендіру қорлары(scheduling) деп аталады.
- Таңдау одағын басқару тұтастығымен (MME) желіге қосу кезінде пайдаланушы терминал одағы жағдайда- ол өткені туралы ақпарат қосқан.
- Басқару тұтастығымен диспетчерлену үшін өлшеу және тиісті есептерді жасау.
- Маршруттау да қолданушылық жазықтықта(S-GW)шлюзіне Дестетер бойынша деректер бағытын көрсету.
- Диспетчерлендіру және шақыру мен бағдарламалық ақпаратты беру алынған блокты тұтастай басқару.(MME)
- Диспетчерлендіру және хабар беру PWS (Public Warning System, жүйесі-қатер дабылын хабарлау), басқару блогынан тұтастығымен алыну (MME).
- IP Дестетерін қысу,қолданушы мәліметтер ағынын шифрлау .

S-GW(Serving Gateway- қызмет көрсетуші шлюз): Дестетік деректер түсетін кіші базалық станциялар жүйесін өңдеу және маршруттау үшін арналған.SGW маршрутизирует жібереді Дестетер тұтынушының деректерімен, сол уақытта рөлін атқара отырып, басқару торабының тұтастығымен (mobility anchor) үшін пайдаланушылық деректер кезінде хэндовере арасындағы базалық станциялар (umts), сондай-ақ басқару торабы тұтастығымен арасындағы желісі

LTE желілерімен басқа технологиялармен 3GPP. Қашан UE бос және бос емес шақырылуына, S-GW қосады төмен арна деректер (әжептәуір жақын — DL) жүргізеді пейджинг, қажет болса, деректер беру бойынша DL бағытында болып табылады. Ол басқарады және сақтайды жай-UE (мысалы, талап бойынша өткізу қабілетінің үшін IP-сервистерін ішкі ақпаратты желілік маршруттау). Сондай-ақ, ол көшірмесін ұсынады пайдаланушылық деректер кезінде қабылданған жобада.

S-GW келесі функцияларды орындауға жауап береді:

- Хэндвор кезіндегі жергілікті орынды тандаудағы байланыстыру (Local Mobility Anchor)
- Буферлау дестелерді деректердің кіріс бағытта арналған. UE орналасқан күту режимінде және инициализацияланған шараларға қызмет сұрату.
- Қолданушы ақпаратын мұқият тоскауылдау.
- Мәліметтер торабын маршрутизациялау және керіжіберу.
- PCRF-ға әртүрлі мәліметтерді жіберу(бастапқы қосылыстар, қосылыстардың аяқталуы)
- Қалыптастыру тіркелгілері және сәйкестендіргіш сынып қызмет көрсету сапасы үшін тарифтеу.
- Абоненттер тарификациясы

PGW (шлюз торабы — Packet Data Network Gateway):

Дестелік шлюзді қосылыс жылғы UE сыртқы топтамалық желілері деректер нүктесі бола отырып қамтамасыз етеді, кіру және шығу трафигі үшін UE. UE бір мезгілде біріктіру болуы мүмкін бір P-GW қосылу үшін бірнеше желілері керек. ӨТЕДІ қорғау функцияларды орындайды, сүзу үшін Дестетер әрбір пайдаланушыны қолдауға, биллинг, көрсетілген және қағып алу іріктеу дестелер. Басқа да маңызды рөл P-GW —табылады тұтастығымен басқару торабы арасындағы болып табылады. 3GPP және 3GPPтехнологиялары сияқты WiMAX және 3GPP2 (CDMA 1X және EvDO).

P-GW келесі функциялардың орындалуын қамтамасыз етеді:

- Қолданушы торабын сүзгіден өткізу
- Қолданушы ақпаратын мұқият тоскауылдау
- UEүшін IP протоколдарын бөлу
- Таңбалау, дестелерді көліктік деңгейдегі шықпайтын бағытта.
- Роумингтегі қызметтер, олардың қосылысы.
- PCRF (абоненттердің көрсетілген есептелуі — Policy and Charging Rules Function):

Policy Function (басқару саясатына, сондай-ақ бөлінуі мүмкін 2 атқарымы: бақылау шлюз (gating control) және сапасын бақылау. Бақылауымен шлюз (gating control) деп түсініледі уақытылы және қатесіз толтыру анықтау мұндай оқиғалардың басы ретінде ұсыну, өзгерту параметрлерін, қызмет көрсету сапасын аяқтау, және т. б. Басқару қамтиды өзін үздіксіз бақылау және ұстап берілген абоненттік құрылғылар параметрлерімен сипаттамаларын қызмет көрсету сапасын (QoS) емес тек дауыстық қосылыстар, бірақ мен үшін Дестетік

сессия. Charging Function (басқармасы есептелетін төлемақы) міндетті түрде online тарификациясын көздейді, яғни абонент пен оператор алады нақты уақыт қадағалауға шоттың жай-күйі. PCRF қолдауы тиіс бірнеше модельдер есептеу ақы бойынша берілген көлеміне қызмет көрсету, жұмсалған қызметті уақыт бойынша қызметін ұсыну, сондай – ақ аралас модельдер.

PCRF жоғарыда аталған функцияларды тіпті абонент жырақта операторлық желілер орындауға тиіс[4].

HSS (Home Subscriber Server — сервер абоненттік деректер желілері):HSS үлкен деректер базасын және сақтауға арналған деректер абоненттер туралы. HSS нақты алмастырады жинағы тіркелімдер (VLR, HLR, AUC, EIR) пайдаланылған желілер 2G және 3G.

HSS келесі ақпаратты сақтау үшін қолданылады:

- Пайдаланушы жеке нөмерін, нөмірлерін және мекен-жай бойынша ақпарат алады
- Қауіпсіздік деректер абоненттер үшін ақпарат кіруді бақылау желісі, кіру және тіркелу.
- Орналасқан жері туралы ақпарат абоненттің жүйе аралық деңгейде, сондай ақ егер абонент шықса ағымдағы LTE желісі операторының, онда HSS кепілдеме туралы ақпарат, оның қандай желісі, ол көшті, оның іздеу егер кіріс қоңырау
- Абоненттің пайдасы жайлы ақпарат.

Генерациялайтын деректер жүзеге асыру үшін қажетті рәсімдерді шифрлау, кіру және т. б.LTE желісін бір немесе бірнеше HSS қамтуы мүмкін. Саны HSS байланысты оның геграфиялық саны желі абоненттер саны.

1.4 LTE параметрлеріне шолу

Кіріс арна. "Кіріс және көтерілетін арнада әртүрлі құрылғыальді технологияны қолданады. "Кіріс арнасында бұл технология сигнал беру үшін ғана пайдаланылады, бірақ ұйымдастыру үшін көпшілік қатынайды (OFDMA), яғни абоненттік арналарды жинақтайды.

Басқа сипатталған жеке құрылымдық блоктың ұғымы логикалық құрылымдық блок енгізіледі. Саны бойынша ресурстық элементтерін олар баламалы, бірақ ол мүмкін екі нұсқасы көрсету ресурстық элементтердің физикалық блоктың логикалық – бір және бөлінуі. " соңғы жағдайда элементтері логикалық ресурстық блок көрсетіледі бөлінген барлық ресурсқа қол жетімді.

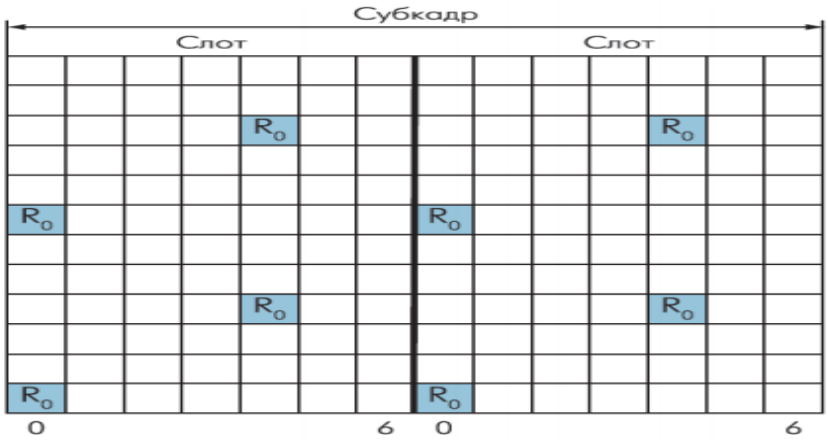
Дестелік желілерден айырмашылығы, LTE дене кіріспенің, қажет үшін болса, синхрондау және бағалау ығысуын көтеру. Оның орнына әрбір қордағы блогы арнайы тірек және тіркелетін сигналдарға қосылады. Тірек сигналдары үш түрі болуы мүмкін –тірек сигнал сипаттайтын ұяшық (Cell-specific), сигналға байланысты нақты абоненттік құрылғымен және сигнал үшін арнайы кең таратылатын топ мультимедиялық қызмет MBSFN [6]. Тірек сигнал үшін қызмет етеді, тікелей шарттарын анықтау, арнадағы (өйткені қабылдағышқа белгілі болса, оның орналасқан жері және бастапқы нысаны). негізінде осы

өлшемдерді беру реакциясын арна қалған анықтауға болады апарушы көмегімен интерполяция олардың нысаны бастапқы қалпына келтірілуі.

Тірек cell – specific – сигнал қатысуы тиіс әрбір субкадр шықпайтын арнасын басқа MBSFN-беру). Нысаны сигнал негізінде айқындалады кесдейсоқ реттілігі (нұсқа m-реттілік),

Баптандыру кезінде пайдаланылатын сәйкестендіру нөмірі ұяшықтың БК (Cell ID). Мұндай тірек сигнал біркелкі бөлінген жөніндегі қордағы элементтері (2.1-сурет). Осылайша, кезінде стандартты ұзындығы префикс ол тыңдауда 0-ші және 4 – ші OFDM, кеңейтілгенCP – 0-ші және 3-ші OFDM-таңбаы. Жиіліктік облысы тірек сигналдары арқылы беріледі, әр алты алып еледі, әрі ығысуы анықталады сәйкестендіргіші бар ұяшық қандай құжаттар Дестеін ұсыну бойынша модуль 6.

Басқа тірек сигналдары, кіріс арнасында көрсетіледі және сигналдар синхронизацияланады. Синхрондалатын сигналдар сондай-ақ, әрине, Cell ID анықтайды. LTE-де қабылданған иерархиялық құрылымы сәйкестендіру ұяшықты және алдыңғы оған WCDMA технологиясы. 504 Cell ID Болжамды физикалық деңгейде қол жетімді. Олар сынған 168 ID-топ, 3 идентификатор әрбір. Тобының нөмірі N1 (0-167) және идентификатор нөмірі онда N2 (0-2) бір мәнді ID ұяшықты анықтайды. Екі синхронды сигналда пайдаланылады – бастапқы және кейінгі. Бастапқы синхросигнал 62-элементтер бірізділігі жиіліктік жоспардағыны білдіреді, берілген – қимылдардың негізінде идентификаторлайды N2 [6]. Мұндай дәйектілігі 62 алатын бойынша бөлінген ресурстық тордағы қатысты симметриялы оның орталық жиілік беріледі радиокадрда 1 типті соңғы құрылғыалды-туы слоттарды 0 және 10 (субкадры 0 және 5). " радиокадрда 2 типті беру үшін бастапқы синхросигналды пайдаланылады үшінші құрылғыалды – таңба субкадрода 1 және 6. Екінші синхросигнал құрастырып, негізінде нөмірін ID-топ N1. Ол і слоттарда берілед 0, 10 радио-кадр 1 типті (бесінші OFDM-таңба стандартты CP) және слоттар 1 және 11 радиокадрдағы үлгідегі 2 слот (алтыншы OFDM-таңба стандартты CP).



1.7сурет-Тірек сигналы (cell-specific) қабылдамайтын жағдайда LTE ресурстық торында бір антенаның жұмыс істеуі

Бірі 1.7суретте көрсетілгендей сигнал кіріс арнада жеткілікті стандартты қазіргі заманғы жүйелер сандық ақпарат беру үшін қалыптасады. Ол рәсімдер каналдық кодтауды қамтиды, модуляциялық рәміздерді қалыптастыру, оларды бөлу бойынша антеналарға порттары және ресурстық элементтері және синтез құрылғыда жұмыс істейді. Арналы кодтау есептеу бақылау сомасын білдіреді (CRC-24) блоктар деректер түскен MAC-деңгейі. Содан кейін блоктар бақылау сомалары өңделеді арқылы кодера жылдамдықпен кодтау 1/3. LTE-де қолдану көзделген дәлдеу коды не жаса-коды. Кодталған дәйектілігі кейін өтпелі (интерливинқа) түседі скремблер (кіріс дәйектілігі {x(i)} процедурасы орындалады түрін dscr(i) = x(i) + c(i), c(i) – белгілі бір реттілігі). Содан кейін қалыптасады кешенді модуляцияланған рәміздер (QPSK, 16 – және 64 – QAM) бойынша ресурстық элементтер бөлінеді. Бұдан әрі синтезі OFDM-таңбадар жүреді, олардың реті келіп түседі модулятор, қалыптастырушы демалыс ЖЖ-сигнал жиілік ауқымында берілген. Жағында барлық рәсімдерді қабылдау кері тәртіппен орындалады.

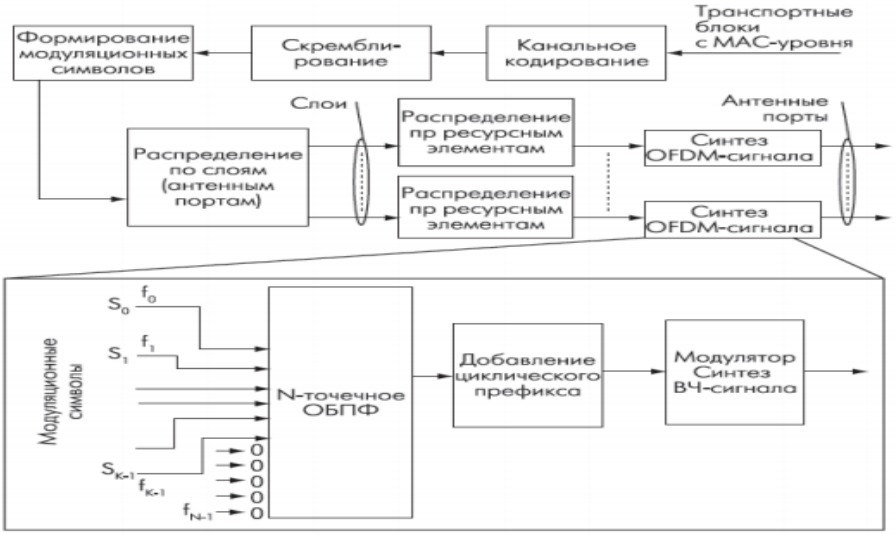
(1.4.2) жоғарыдан ағатын арна. Қолдану OFDM ұштастыра отырып циклдық префиксі бар және байланыс тұрақты – уақытша дисперсия параметрлері радиоарнаны қайта есепке қою, соның нәтижесінде қабылдау тарапқа айналады емес, күрделі эквалайзер қажет. Бұл өте пайдалы болып табылады ұйымдастыру үшін шығарылмаған арна өйткені оңайлатылады өңдеу сигнал қабылдағыш, бұл құнын төмендетеді терминалдық құрылғылар және тұтынылатын атындағы қуаты. "Көтерілетін арнада рұқсат етілген сәулелену қуаты айтарлықтай төмен шықпаған. Сондықтан бастапқы айналады энергетикалық әдісінің тиімділігі ақпаратты ұлғайту мақсатында аймағын азайту, терминалдық құны құрылғының тұтынатын қуатыына тең.

Негізгі кемшілігі технологиялар OFDMA – жоғары арақатынасы шекті және орташа қуатты сигнал (PAR – PeaktoAveragePowerRatio). Бұл бұл уақытша облысы спектрі OFDM-сигнал ұқсас Гауссов шуылы айналады, характері жоғары PAR. Сонымен қатар, өзі технология OFDMA, қажеттілігін ескере отырып азайту қадам арасындағы қысқарту, салыстырмалы ұзақтығы CP, қояды өте жоғары талаптар композиттік сигнал қалыптастыру.

Сонымен қатар, жиіліктік келіспеген арасындағы жіберумен және қабылдағыш және фазалық шуды хабарлауға сигналы әкелуі мүмкін таңбадағы жекеленіп алынған (т. е. к. интерференция арасындағы сигналдарымен әр түрлі абоненттік арналар).Кезінде кіші қадамда арасындағы алынған ұқсас салдарға әкелуі мүмкін және жарықтың жұтылуы, бұл өте өзекті болып табылады ұялы байланыс жүйелерін болжайтын жоғары ұтқырлық абонентер.

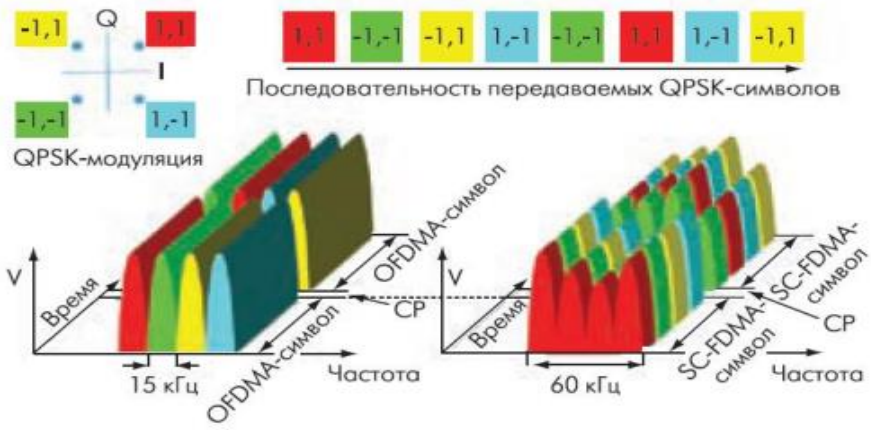
Осыған байланысты шығыс арна LTE ұсынылатын жаңа технология – SC-FDMA (SingleCarrierFrequencyDivisionMultipleaccess – көптік қатынау жиілігі базасындағы бір көтергіш) [1]. Принципі мен оның ерекшелігі – егер OFDMA әрбір апаратын бір мезгілде беріледі және өз модуляциялы таңбаы болса, онда SC-FDMA апаратын модулируются бір мезгілде және бірдей, бірақ модуляцияланған таңбадар қысқа. Яғни, OFDMA таңба параллель беріледі, SC-FDMA – дәйекті. Мұндай шешім қамтамасыз етеді, аз қатынасы ең жоғары

және орта деңгейдегі қуатын пайдалана отырып, қарапайым модуляция OFDM, нәтижесінде артады энергия тиімділігі абоненттік құрылғылар және олардың құрылымы ықшамдалады (айтарлықтай төмендейді дәлдігіне қойылатын талаптар жиілік параметрлерін таратқыштар) (1.8 сурет) [4].



1.8 сурет – Арнада сигналдың қалыптасу сұлбасы

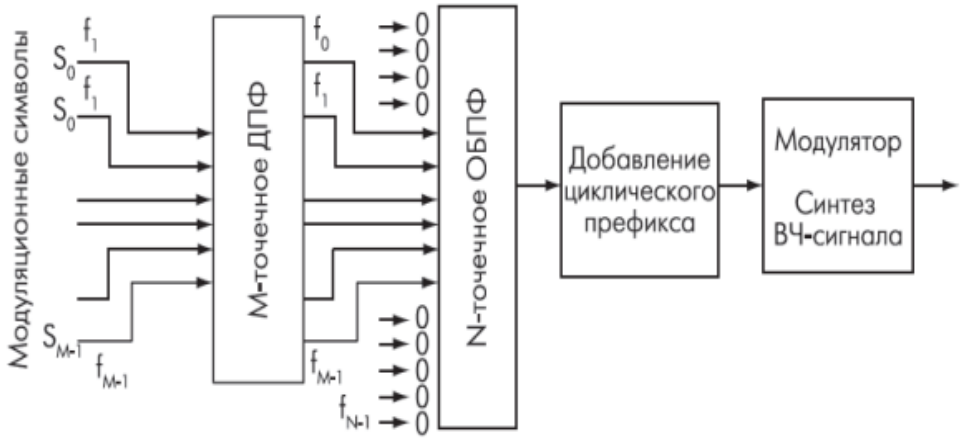
Бірі 1.9 суретте [1] көрсетілгендей құрылымы SC-FDMA-сигнал көбінесе ұқсас технология OFDM. Сонымен қатар пайдаланылады композиттік сигнал – модуляция көптеген қадаммен Δf апарады Орналасқан түбегейлі айырмашылығы – бұл барлық апаратын модулируются бірдей –бір рет ғана беріледі бір модуляциялы таңбаы. Бұл дәл омдық жобада телекоммуникациялықциялық желілердегі мониторингі оптимизациясына талдау жүргізілді. Мониторинг оптимизацислар және талдауын зерттеу үшін GSM ұялы байланыс стандарттары алынды. Есептуіштен алынған мәліметтер бойынша, ұялы байланыс сапасын анықтау үшін есептеулер жүргізілді.Бұл ретте ресурстық тор толығымен ұқсас ға тең арнасы. Сондықтан әрбір табиғи ресурстық блок, тиісті слоту алады 12 апаратын қадаммен Δf = 15 кГц жиіліктік (барлығы 180 кГц) және 0,5 мс – уақытша. Ресурстық блок сәйкес келеді 7 SC-FDMA-рәміздер кезінде стандартты циклическимен және префикске кеңейтілген. Ұзақтығы SC-FDMA-таңба (префикс) тең ұзақтығын OFDMA-таңба және құрайды 66,7 мсм (қимылдың) ұзақтығын тиісті циклдық префикстер.



1.9 сурет – QSK-белгі реттілігі кезінде OFDMA және SC – FDMA арасындағы айырмашылық

1.9 суретте көрініп тұрғандай, яғни желіге мүмкін 6-нан 110 ресурстық блоктарды, бірақ олардың саны болуы тиіс еселік 2, 3 немесе 5, бұл рәсімге дискретті Фурье-түрлендіру ұсынылады. Тағы бір ерекшелігі – қолдау модуляция 64-QAM АУ қолданады. Әр абонентке желі беру үшін деректерді базалық станция көмегімен функцияларды жоспарлау белгілі бір саны ресурстық блоктарда белгілі бір уақыт бөлінеді. Кестесі беріледі абоненттеріне қызметтік арналар арқылы радиоарнада шықпаған. Алайда, егер OFDMA бір модуляциялы таңбаы (QPSK, 16 – немесе 64 – QAM) сәйкес келеді OFDM – таңбаы бір алынған (15 кГц, 66,7 хғс) болса, онда SC – OFDMA жағдай мүлде бөлек. "Жиіліктік жоспардағы ені модуляцияланған таңбаы көрсетіледі, барлық тең қол жетімді жиіліктер белдеуінде (ол беріледі барлық алынған бір мезгілде). Бұл ретте бір SC-FDMA-таңба құрамында бірнеше модуляцияланған рәміздер – дұрысында алынған – бірақ тиісті OFDMA бойынша салыстырылады. Процедураның өзі SC-FDMA-сигнал қалыптастырады, айырмашылығы сұлбасын OFDMA. Кейін каналдық кодтау және қалыптастыру модуляцияланған рәміздер олар блоктар бойынша топтастырылады M рәміздерді SC-FDMA субтаңбасы. Әлбетте, бұл тікелей салық алынған қадаммен 15 кГц мүмкін емес –талап етіледі N есе жоғары жиілігі, онда N – саны үшін қол жетімді беру алынған. Сондықтан, қалыптастырды топ M модуляцияланған рәміздер (M < N), оларда жүргізеді M-тіркелген дискреттелген Фурье – қайта құру (ЕӨҚ), сондай – ақ аналогтық сигнал қалыптастырады. Ал содан кейін стандартты рәсімдері арқылы кері N-нүктелік Фурье-түрлендіру синтездейді сигнал тиісті тәуелсіз модуляция әрбір жіберілген, қосады циклдық префикс және г демалыс ЖЖ-сигнал. Нәтижесінде мұндай тәсілдің таратқыш және қабылдағыш.

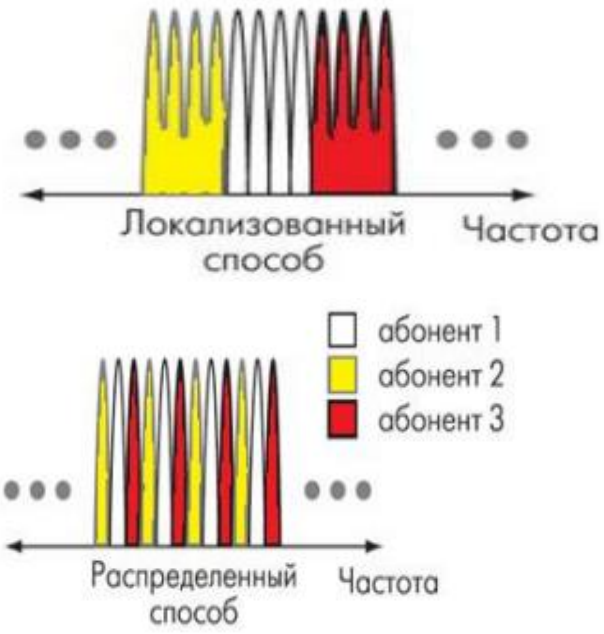
OFDMA – SC – FDMA-сигналдардының [1] функционалдық құрылымымдары ұқсас (1.10 сурет және 1.11 сурет).



1.10 сурет – SC – FDMA жағдайында шығыс сигналдардың қалыптастыру ерекшелігі

1.10 суретті айта кетейік, АУ ретінде тіркелген жиілік диапазоны пайдалана алады (пайдаланылады аралас қордағы блоктар, т. е. аралас тасымалдушы), сондай-ақ бөлінген деп аталатын режимі секіріс секілді қайтасалу жиілігі (FH). Соңғы жағдайда, әрбір ұяшық шығыс арна пайдаланылады жаңа қордағы блогы қол жетімді қордағы торлар. Параметрлері қайта құру жиілікті көтеретін желілік құрал-жабдықтармен және хабарланады кезінде баптандыру үшін абоненттік станциялар желісінде, сондай-ақ кезінде жұмыс арнада. Жағдайда бөлінген тәсілі – ақпарат әрбір абоненттің распложена барлық спектрінде сигнал, сондықтан осы тәсілі ерітінділерге жиіліктік-сайлау замиранию[3].

Бірі сурет 2.5 көрініп тұрғандай, екінші жағынан, локализацияланған тәсілі мүмкін болуын анықтау жолағын бөлу, осы абоненттің максималды тұрақтылығы каналы жетеді. Өйткені аймақтық қатыру сигнал барлық абоненттер үшін әр түрлі болса, онда қол жеткізуге болады жалпы барынша пайдалану тиімділігі радиоарнаны. Алайда бұл талап етіледі үздіксіз сканерлеу жиіліктік сипаттамалары арна үшін әрбір құрылғы мен ұйымдастыру функцияларын, диспетчерлендіру.



1.11 сурет – SC – FDMA тарату әдістері

Басқа жеке ақпаратты қалпына келтіретін функциялары жоғарғы деңгейдегі арнада көтерілетін тірек сигналдары беріледі. Олардың мақсаты – көмектесу қабылдағышқа БС көңілін аударуы белгілі бір таратқыш АУ. Сонымен сонымен қатар, бұл сигналдар бағалауға мүмкіндік береді сапасы арна, ол пайдаланылады БК кезінде диспетчерлеу ресурстар. Тірек сигналдар кіретін арнасында болады екі түрі – деп аталатын "жасанды" және зонд (sounding). Демодулирланган тірек сигналдары тірек сигналдары кіріс арна ұқсас. Олар тұрақты негізде. Осылайша, жалпы ақпараттық арнасында реттілігі демодулированного тірек сигнал беріледі төртінші SC-FDMA-туы, әрбір слот пристандартом ОРТ. Зонд сигналдар қызмет етуге мүмкіндік береді. Олардың негізгі мақсаты –беруге БС сапасын бағалау мүмкіндігі арна, егер беру әлі жүргізілуде

1.4.3 MIMO Технологиясы (көптік кіру — көптік шығу) айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді бөгетке байланыс арналарын, т. е. азайту салыстырмалы саны бит қабылданған қатесі бар, азайту беру жылдамдығыдеректер (мысалы, енгізу ақпараттық артықтығы помехоустойчивыми кодтарына енгізілген кері байланыс HARQ) жағдайында многолучевого сигналдарды тарату. Артықшылықтары технология MIMO байланысты пайдалана отырып, бірнеше антенналардың [4,9,10].

MIMO технологиясын болады деп санауға болмайды технологиясымен, әдісімен байланыс арнасын бірнеше антенналары. MIMO белгісі бірқатар технологияларды қорытады:

Пайдалану "зияткерлік" антенналарды (intelligent antennas), мүмкіндік беретін қалыптастыру жіңішке бағыты деректер (сәулелері) жоюға кедергі келтіретін ықпал ету кедергілер есебінен өтемақы қабылдау құрылғысы; бұл технология мүмкіндік береді қалай арттыруға болады бөгетке арна байланыс,

сондай-ақ тиімділігін арттыру пайдалану спектрін есебінен деректерді параллельді сәуледе;

Кеңістіктік-уақыттық кодтауды пайдалану (Space - Time Coding—STC);

Поляризацияланған арналарды бөліп пайдалану, поляризацияланған сигналдарды өңдеу

MIMO технологиясы барлық түрлері қол жеткізуге бағытталған бір мақсаты-ұлғаюы шекті жылдамдықты деректерді беру желілерінде байланыс есебінен жақсарту сыртқы әсер тұрақтылығы. Физикалық мағынасы ұлғайту мүмкіндігі мәліметтерді беру жылдамдығы болады Шеннонның формуласы көмегімен түсіндіріледі.

Бір сәулелі арна үшін SISO (Single Input Single Output) әділ өрнек [1]

$$C_{sisco} = f_g \log_2(1+S/N), \qquad (1.1)$$

мұндағы g- спектрлік сигналдығң ені;

S/N- Сигналдың/шумға қатынасы;

C_{CISCO}- мәліметтер жіберудегі соңғы жылдамдығы S/N қатысты.

Одан әрі деректерді жіберу жылдамдығын ұлғайту есебінен мүмкін болады енін сигнал спектрінің ұлғаюы, қарым-қатынас сигнал/шу, сондай-ақ, пайдалану көп позициялы сигналдар. Пайдалану кезінде технология MIMO ең жоғары жылдамдығы анықталады білдіру.

$$C_{MIMO} = Mf_8 \log_2(1+S/N), \qquad (1.2)$$

мұнда параметр M конфигурация байланысты

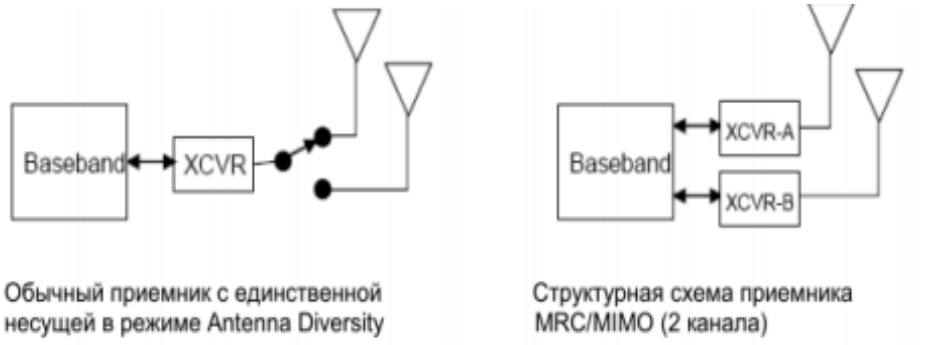
MIMO: M=тт{Мпрд, Мпр] Мпрд — саны таратушы антенналарын;

Мпр— с қабылдағыш антенналараны

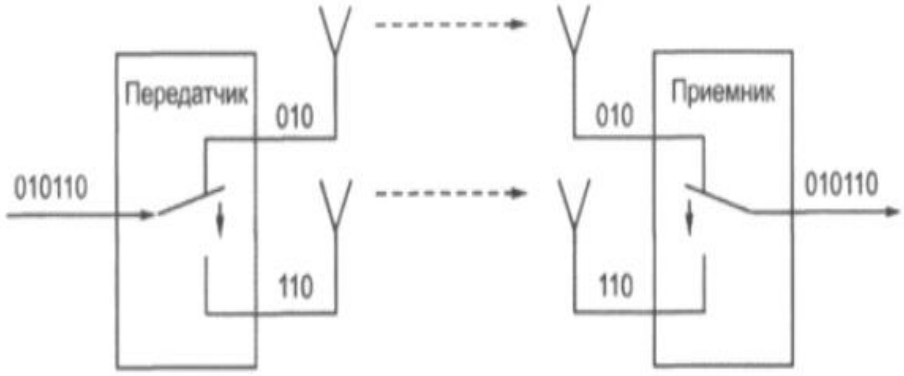
Мысалы, жүйе байланысты антеннымиі жүйелерімен, Мпрд = 2, Мпр = 3 (конфигурациясы 2х3) немесе Мпрд = 2, Мпр = 4 (конфигурациясы 2х4), эквива-лентна байланыс жүйесінде екі дағдылары ағындарын сигналдар. Осындай осылайша, M = 2. Деректерді беру жылдамдығы кезінде технология MIMO желілік артады санының өсуіне байланысты орнату. Суретте 1.2 көрсетілген қарапайым қабылдағыш антенным бөлінген. Сұлбасы мұндай қабылдағыштың пайдаланылады бірнеше антенналар, бірақ ол мүмкін емес қолдау режимдері MRC және MIMO. Базалық құрылымы қабылдағыштың талаптарын қанағаттандыратын режимдерін MRC және MIMO, 1.12-суретте көрсетілген. Режимі MRC және MIMO кейде деп атайды "көпантеналық" технологиясымен, дегенмен бұл термин емес, деректер. Айта кетейік, арасындағы айырмашылық екі сұлбаларымен көрсетілген суреттерде 1а және 1b, тұрады емес, саны антенналар, ал саны трансиверов[2].

STC түсіндірме алгоритмі кеңістіктікті-уақытша кодтау оңайлатылған сұлбасы 1.13 келтірілген суретте. Бұл суретте деректерді

жберу екі антенада көрсетілген.



1.12 сурет – Антенаның құрылымды айырмашылық сұлбасы



1.13 сурет – STC алгоритымының қысқартылған сұлбасы

MIMO технологиясын UTRAN, 70 желісінде іске асыуынқарастырайық жоғары жылдамдықты деректерді беру технологиясын HSPA [1-4] пайдаланатын.Техникалық ерекшеліктермен 3GPP (Release 7) қарастырылған бірнеше нұсқаларын (алгоритмдер) MIMO технологиясын қолдану желілерінде UTRAN. Бұл нұсқалары сипатталады:

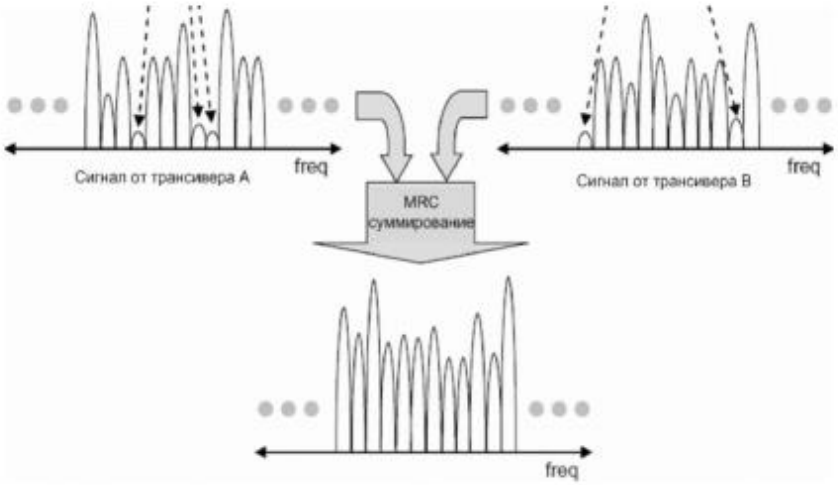
- 4x4 антенасының максималды конфигурациясы
- Кеңістіктік-уақыттық алгоритим кодын қолдану
- Басқармасы тікелей арна арқылы деректерді индикатор сапасына (CQI) берілетін кері арнада.

Жүйелерінде LTE PHY деңгейі, базалық станцияда, сондай-ақ пайдаланушы терминалында (UE) қол жеткізу мақсатында тұрақтылығын және жылдамдығын арттыру және деректерді тікелей арнада қолданылуы мүмкін бірнеше трансиверов. Мысалы, жағдайда, ауыр жағдайлар таралу кезінде төмен деңгейде сигналдың талаптары многолучевого таралуын талап етеді ұлғайтуға берілетін қуат, қабылдау әдісі қолданылады қосу барынша қарым-қатынас (MRC) ұсынылған суретте 1.14

Процессордың негізгі жолақты (baseband) жарияланған өтемақы үшін әрбір қабылданатын сигнал бұрын олар просуммированы үшін алған бір композиттік қабылданатын сигнал.

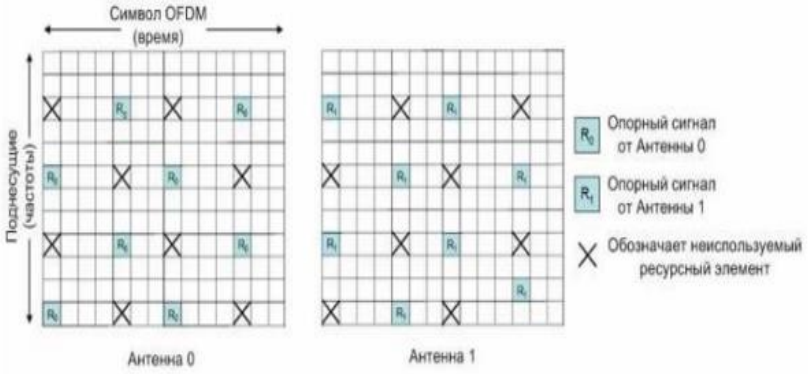
Осы әдіс бойынша процессордың негізгі белдеуінде когерентті қабылданатын сигналдар қалыптасады. Жылу сол шулар әрқайсысы үшін

трансиверов некоррелированными болып табылады. Осылайша, желілік жиынтықтау қайтарылған бойынша фаза және амплитуда сигналдары процессордың негізгі жолағын әкеледі двухканальном қабылдау MRC" жағдайында шектелген шудың көбеюіне SNR кемінде 3 дБ.



1.14 сурет – MRC және AWGN әдісі жиіліктік – таңдалған сенімділігін қатынап көтеруге мүмкіндік береді

Сонымен жақсарту SNR есебінен қосу, қабылдау бойынша жұмыс істейтін әдісі MRC, төзімдірек жиіліктік-таңдалады. Тағы да көңіл аударамыз факт, бұл дене раздельность қабылдағыш антенналар әкеледі – әртүрлі импульстік сипаттамаларын, олардың арналарын қабылдау.



1.15 сурет – MIMO тірек сигналдарына берілетін жұмыспен қамтамасыз етеді

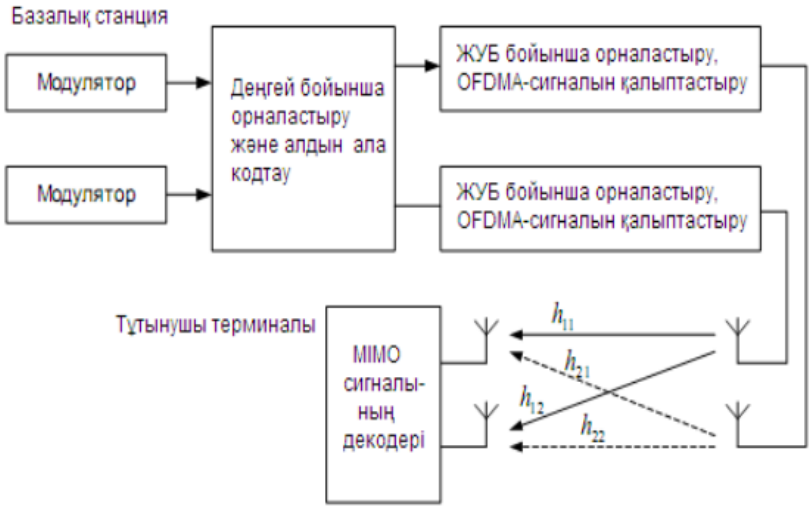
LTE желісіндегі MIMO технологиясы жоғары жылдамдықты ақпарат таратуды қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

MIMO (Multiple Input Multiple Output – көптік кіру – көптік шығу) – бір уақытта үлкен мөлшердегі мәліметтерді беруге арналған бірнеше таратқыштар

мен қабылдағыштарды пайдалануға негізделген сымсыз технология. MIMO технологиясы көпсәулелі тарату деп аталатын радиотолқындардың тарату эффектін пайдаланады, ол кезде берілетін белгілер әртүрлі нысандардан шағылысады және кедергілер және қабылдағыш антенна белгілерді түрлі қырлардан және түрлі уақытта қабылдайды. MIMO технологиясын қолданғанда арналардың кедергіге беріктігін ұлғайтуға және қатемен қабылданған биттердің салыстырмалы санын азайтуға мүмкіндік береді. MIMO жүйесінің жұмысы екі қағида бойынша: кеңістіктік тығыздалу және кеңістік-уақыттық кодтау бойынша ұйымдастырылуы мүмкін.

Бірінші жағдайда түрлі таратушы антенналар әртүрлі мәліметтік таңбадар блогын немесе түрлі мәліметтік блоктар таратады. Мәлімет тарату біруақытта параллелді екі немесе төрт антеннадан беріледі. Қабылдағыш жағында қабылдау және белгілерді антенналарға бөлу жүргізіледі. Екінші жағдайда барлық таратушы антенналардан алдын ала кодтау сызбасы бойынша бірдей мәліметтерді тарату жүзеге асырылады [3].

MIMO технологиясының антенналық конфигурациялары симметриялы (2×2, 4×4) және симметриясыз (1×2, 2×4) мәндерді қабылдайды. 1.8-суретте кеңістіктік-уақыттық кодтау қағидасы бойынша жүзеге асырылған, екі таратқыш және екі қабылдағыш антенналары бар MIMO-жүйесінің 26 құрылымдық сұлбасы көрсетілген.



1.8 сурет – 2×2 MIMO – жүйесінің құрылымдық сұлбасы

1.5 LTE желісінің дамуы

1.6 Телекоммуникация нарығында LTE-ні талдау

LTE өзінің бастапқы дамуында WiMax технологиясымен бәсеклестікте болды. Сол кездердің өзінде-ақ Nokia LTE-нің артықшылықтарын байқады, 2015 ж. осы технология көсбашы орында болады деп тұжырымдады. Ал Intel WiMax алдыңғы қатарларда болады деп тұжырымдады.Бұл технологиялардың соғысы екі форматтағы VHS және Betamax,Blu-ray және HD DVD-ды еске салды. GSA (Global Mobile Supplier Association) қауымының 2011 жылдың 12

қазанында LTE жайлы есебіне сәйкес, «Huawei» компаниясы техникалар нарығында бірінші орында LTE-мен 50% келісіммен тұрады.

Әлемдік нарықта LTE стандартты желірер үшін операторлық жабдықтардың ақшалай көлемі 2014 жылы $27.9 млод өсіп, 2010 жылмен салыстырғанда 18,6 есе өсті. 2010 жылы нарық көлемі $1,5 млрд-ты құрады.

2011жылға дейін нарықтағы негізгі тұтынушы АҚШ болды. Аналитиктардың есебінше, 2009 жылы америкалық компаниялар жалпы көлемі $90млн. жететін техника сатып алды, ол кезде нарықтың жалпы көлемі $97млн. құрады. 2011 жылдары ол ақшалай көлем $1,7 млрд.өқа дейін жетті.

Жаһандық ұялы жабдық жеткізушілер қауымдастығы деректері бойынша (Global mobile Suppliers Association, GSA) 2012 жылдың қыркүйекіне таман коммерциялық LTE желісі әлемнің 46 елінде 96 операторларын іске қосты [16].Бұл тізімде мына елдер: Австралия, Австрия, Әзірбайжан, Армения, Бразилия, Ұлыбритания, Германия, Гонконг, Дания, Үндістан, Канада, Қырғызстан, Латвия, Литва, Норвегия, БАӘ, Польша, Ресей, Сауд Сауд арабиясы, Сингапур, АҚШ, Оман, Өзбекстан, Филиппин, Финляндия, Швеция, Эстония, Оңтүстік Корея және Жапония.Бүгінгі таңда әлемнің 347 операторлардың 104 LTE-ныинвестициялайды. Оның ішінде 93 292 оператор өз елдерінде коммерциялық желілерін пайдалануға дайындалуда және 55 елінде операторларжелілер тестілеуден өткізед.

LTE желісінің өрістетуі жоғары жиілікті диапазондарда 2-2,5 ГГц болғанда, еркін жиілік жолақтары 15-20 МГц [8]. LTE желісінің теориялық, максималды жылдамдығы 300 Мбит/с құрайды және базалық станциядан абонентке дейін кері бағытта 75 Мбит/с дейін жетеді.

LTE желісін өрістету процесі 2-3 жылды құрайды.Мерзімдері және шығындары бойынша 3G-желісі ұйымымен салыстыруға болады.

Бағалы артықшылығы 4G технологиясын тұтастай алғанда, LTE – атап айтқанда, болып табылады, деп аталатын "ашық" интернет-қолжетімділік. Бұл абонент ұялы байланыс желісінде мүмкін интернет арқылы еңөзіне ыңғайлы уақытта құрылғы – ұялы телефон, ҚКП, смартфон, ноутбук, бар ең қолайлы ағымдағы алмасу ақпарат сипаттамалары (мөлшері, экран жад көлемі және т. б.).

Мүмкін резонды сұрақ – жаппай сұранысқа ие нарық жоғары жылдамдықта және үлкен қызметтер және нәтижесінде жатады, инвестициялар оператордың желісін жаңғырту жүкпен қатардағы иығына пайдаланушылар, олардың қол жеткізуді ұтқыр "аськe" арқылы GPRS немесе EDGE әбден қанағаттандырады. Әрине, шеңбер пайдаланушылар үшін жоғары жылдамдықты алмасу үлкен көлемдерімен ақпарат ұялы форматта өте шектеулі. Әзірлеушілер LTE технологиясы-бұл қарастырдық және ұялы, жұмыс беруші операторларына мүмкіндігін тиімді жүйесін жоспарлауды және бейімдік жаңғырту. Өндірушілер ұсынады LTE-үйлесімді базалық станция олар интеграцияланады қолданыстағы 2G немесе 3G желісі қолдайды бір мезгілде бірнеше стандарттар бар. Осылайша, үшін беру аталған сервистердің операторға қажет жаңғыртып бүкіл желісі көшу және 4G жүзеге асырылуы

мүмкін аймақтық, онда концентрациясы әлеуетті пайдаланушылар жоғары жылдамдықты деректерді мейлінше жоғары жеткізеді. Әдетте, бұл іскерлік аудандарында, өнеркәсіптік объектілер, аймақтың пайдалы қазбаларды әзірлеу, телекоммуникациялық инфрақұрылым дәстүрлі түрде әлсіз дамыған. Нәтижесінде талап етілетін пысықтау желі көрсетіледі тым ауыртпалықпен оператор ретінде тұрғысынан шығындарды, сондай-ақ жұмыс көлемін шығарады.

Есеп айырысу жарияланған бір қатар әлемдік операторлардың айтуынша қуаттанады. Сола Трухильо, бас директордың австралиялық Telstra компаниясы, оператор көшу кезінде LTE төмендету беруге арналған шығындар деректерді астам 20% - ға салыстырғанда 2G технологияларын күтеді. Негізінде деректер есеп айырысу жатыр ғана емес, жоғары спектрлік тиімділігі LTE технологиясы салыстырғанда жүйелерімен 2 және 3-ші ұрпақ, бірақ бұл операциялық шығыстар қызмет көрсету желісін айтарлықтай төмендейді. Маңызды сондай-ақ, ескеру керек, өйткені енгізу кезінде LTE мүмкіндігі бар пайдалану IP-телефония, ол тікелей түрде төмендеуіне әкеп соғады құнын телефондық келіс сөздер.

Бастапқы инвестицияларды қарамастан LTE қажеттілігі келгенде көшеді, мүмкін шығындарды азайту операторының ұсыну тарифтерді төмендету үшін түпкі пайдаланушылардың қызметтерді әкеледі."Көшу желісінің төртінші буынды ұялы байланысты (4G) қоса алғанда, LTE, мүмкін бір,дейді аға талдаушысы IHS iSuppli Джэгдиш Ребелло (Jagdish Rebello). – Операторларына ұстауға тура келеді көптеген технологиялар бір мезгілде көптеген технологиялар 2.5 G, 3.5 G 4G". Осыған байланысты, дейді талдаушы, көп тарату алады шешімдер жасауға қабілетті көшу LTE астам икемді және одан кем ауыр. Сонымен қатар, кейбір жеткізушілер шығарады қондырғыларды салу LTE желісі кезінде қолда бар кез келген инфрақұрылым көрсетіледі.

Сонымен қатар, операторлар тырысады үлкен сақтықпен жақындап қалыптастыру тарифтік жоспарлар мен мүмкіндіктерін желілерін, тырысып отстраниться от модельдер, олар орындады функциясын банального делдалдың беру кезінде интернет-трафик-дейді Ребелло. Ең жарқын үлгісі бұл тұрғыда болып табылады, AT&T, ол бірнеше рет жаловалась деп емес, жағдайы сапалы қызмет көрсетуге барлық пайдаланушылар iPhone.

Желілердің өткізу қабілетін жақсарту Үшін компания ұсынады тариф жоспарлары, олардың құны тәуелді барынша мәліметтерді беру жылдамдығы. Сайып келгенде, операторлар тек бір ғана шығуы", - деп санайды талдаушы, көшу "интеллектуалдық" желілері қабілетті аз болған кезде өткізу қабілетін ұсыну, қызмет көрсету кепілдік берілген көлемі сапа.

1.7 LTE-нің Қазақстанда дамуы

Бұл LTE даму, онда нарықтық осы технология өте шынайы болашағы бар.[6], [16]. Сондықтан, пайдалану мүмкіндігі төменгі жиіліктер, олар қазірдің өзінде орналасады операторлары береді үміт артты әкімшілік рұқсаттарды келісу және алуға емес, болып осындай сол драматикалық 3G да. Тағы бір артықшылық, аталмыш жиілік ауқымы болып табылады, бұл төмен жиіліктерде

қамтамасыз етеді кең қақпақ және одан да көп тұрақты байланыс ғимарат ішінде, бұл өте өзекті болып табылады жағдайында география. Айта кету керек, ірі отандық операторлар қазірдің өзінде присматриваться LTE. Осылайша, жетекші ұялы байланыс операторы Kcell 19 тамыз 2010 ж. өткізді тест сынақтары LTE өзінің алматыдағы бас кеңседе. Компания өкілдерінің айтуынша барысында сынақ атындағы алуға қол жеткізді деректерді беру жылдамдығы шамамен 170 Мбит секундына. Ұялы LTE (4G) желісі іске қосылды коммерциялық пайдалануға 2012 жылдың желтоқсан айында Астана және Алматы қалаларында өткізілетін және 2013 жылдың IV тоқсанында кейіннен желісін кеңейту серіктес қалалардаАлматы: Есік, Қаскелең, Қапшағай, Талғар, Шамалған, Щучинск және қосымша 30-дан астам елді мекендерде Алматы облысы. Желісінің құрылысы белсенді жалғасуда.

LTE желісі жұмыс істейді Қазақстанда 1800 МГц жиілік диапазонында, сондай-ақ министрлігі қарастыруда диапазондары 2500 – 2700 мегагерц, 2300 – 2400 мегагерц және 700-800 мегагерц.[16]

Әлем сарапшыларының бағалауы бойынша шығындар желілерін жаю HSPA (3G және LTE (4G) салыстыруға әбден болады, осыған байланысты өрістету деректер желілерін Қазақстанда өте өзекті. Алайда, үшін дамыту технология болмайтындай үшін технологиясын дамыту, алған болса, коммерциялық орындылығы, операторларға айқын түсіну қажет, бұл жаңа мүмкіндігі сұраныста болады нарығы бар кезде ғана жақын орналасқан ұялы қызметтерді жүзеге асыру үшін деректерді үйреншікті тіркелген ретінде сапасы деңгейі бойынша да, құны бойынша. Қызмет көрсететін жаңа технологиялар, әрең бермейтіндіктен, сұранысқа ие тұтынушылар, егер операторлары емес жаңғыртылады өз магистральдық сетеи, өйткені, әрбір базалық станция LTE қажет жолағы кем дегенде 200 Мбит/с. Ақыры, түйінді мәселе болып қалады трафик құны. Тарифтерді бірігіп өлшеу сымды және сымсыз желілерде табысты болып табылады дамуының кепілі қызметтерді деректерді беру де осындайлар.

LTE — бұл дамуындағы келесі қадам ұялы интернет ұсынады және ұтқыр тіркелген интернет-пайдаланушылар керек. Қазақстанның неғұрлым жоғары деңгейін қосу. Енді LTE даму үстінде.

1.8 Желінің архитектурасы

LTE желісінің архитектурасы «тегіс ұялыті дестелердің минималды кідірістері және қызмет көрсету сапасының жоғары көрсеткіштеріне ие дестелік трафикті қолдауды қамтамасыз ететіндей жасалған.

Ұялы желі функциясы ретінде оның екі түрі мен қамтамасыз етіледі: дискретті ұялы (роуминг) және үздіксіз ұялы желі(хэндровер). LTEжелілері барлық қолданыстағы желілермен роуминг және хэндовер процедураларын қолдау керек, LTE-абоненттері (терминалдар) үшін сымсыз кеңжолақты қол жетімділік қызметтерінің барлық жерді қамтылуын қамтамасыз етілуі керек.

Дестелік тарату барлық қызмет көрсетулерді, соның ішінде қолданушылық дауыстық трафикті, қамтамасыз етуге ммкіндік береді. Желі тораптарының әртиптілігі мен иерархиялылығы (былайша айтқанда желілік жауапкершілік) байқалатын алдыңғы ұрпақ желілерінің көпшілігімен

салыстырғанда, LTE желілерінің архитектурасын жазық деп атауға болады, өйткені барлық желілік әрекеттесу екі торап арасында жүреді: техникалық спецификацияларда B-торап (Node-B, eNB) деп аталатын базалық станция және ұялыті басқару блогынан МББ (MME, Mobility Management Entity), орындалуы жағынан ол өзіне, көп жағдайда, желілік шлюзді ЖШ (GW, Gateway) де қосады, яғни MME/GW комбинирленген блоктары орыналады.

Алдыңғы ұрпақ желілерінде маңызды роль атқарған радиожелі контроллерлары ақпараттар ағынын басқарудан шектетілген (ол құрылымдық сұлбаларда тіпті көрсетілмейді), ал оның дәстүрлі функциялары – радиоресурстарды басқару және тақырыптарды қысу, шифрлеу, дестелерді сенімді жеткізу және т.б. тікелей БС берілген.

МББ тек қызметтік ақпаратпен – екінші атауы желілік сигнализациямен жұмыс істейді, сондықтан қолданушылық ақпараты бар IP-дестелер ол арқылы өтпейді. Мұндай дербес сигнализация блогы болуының артықшылығы желінің өткізу қабілетін қолданушылық трафик үшін де, қызметтік ақпарат үшін де тәуелсіз өсіруге болады. МББ-ның негізгі қызметі күту режиміндегі қолданушылық терминалдарын (ҚТ) басқару болып табылады, соның ішінде қоңырауларды бағыттау мен жүзеге асыру, авторизация мен аутентификацияны жүргізу, роуминг пен хэндовер, қызметтік және қолданушылық каналдарды орнату.

Барлық желілік шлюздер арасында екеуі жеке көрсетілген: қызмет көрсетуші шлюз ҚШ (S-GW, Serving Gateway) және пакеттік желі шлюзі (P-GW, Packet Data Network Gateway), немесе қысқаша айтқанда пакеттік шлюз (ПШ). ҚШ БС және олар қызмет көрсететін ҚТ қатысты мәліметтер дестелерін қабылдап және жіберу арқылы локалды ұялыті басқару блогы сияқты қызмет көрсетеді. ПШ БС жиыны мен әр түрлі сыртқы желілер арасындағы интерфейс болып табылады, сонымен қатар ол IP-желілердің адрестерді үлестіру, қолданушылық саясатты қамтамасыз ету, маршрутизация, дестелерді сүзгілер сияқты қызметтерін атқарады.

Үшінші ұрпақ желілерінің көпшілігіндей, LTE желісін құру принциптерінің негізіне екі аспекті бөліп алынған: жеке желілік блоктарды физикалық жүзеге асыру және олар арасында функционалдық байланыстарды құру. Осы кезде физикалық жүзеге асыру мәселелері облыс (domain) концепциясынан шыға отырып шешіледі, ал функциональді байланыстар қабат (stratum) шегінде қарастырылады.

Физикалық деңгейде біріншілік бөлу желі архитектурасын қолданушылық жабдықтама облысы (UED, User Equipment Domain) мен желілік инфрақұрылым облысына (ID, Infrastructure Domain) бөлу болып табылады. Соңғысы өз кезегінде радио қолжетімділік (кіші) желісі (E-UTRAN, Evolved Universal Terrestrial Ra-dio Access Network) мен базалық (дестелік) (кіші) желісіне (EPC, Evolved Packet Core) бөлінеді.

Қолданушылық жабдықтама – бұл LTE-қызметтерге қол жеткізу үшін желілік абоненттер қолданатын, функционалдық мүмкіндіктерінің деңгейлері әр түрлі ҚТ жиынтығы. Осы кезде қолданушылық терминал ретінде, мысалға

дауыстық трафик қызметін қолданатын нақты («тірі») абонент те, белгілі-бір желілік немесе қолданушылық мәліметтерді тарату/қабылдауға арналған жансыз құрылғы да болаалады.

LTE технологиясының негізгі параметрлері:

LTE стандарты аса ыңғайлы эфирлі интерфейске ие. Желінің түрі мынадай атауға ие – E–UTRAN – Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (дамушы радиоқабылдаудың әмбебап жер бетіндегі желісі).

Төменде LTE технологиясының негізгі параметрлері көрсетілген.

1. Көптік ашық пайдаланудың технологиясы:

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

2. Жұмыс жиілігінің диапазоны: 450 МГц; 700 МГц; 800 МГц;

2,1 ГГц; 2,4 – 2,5 ГГц; 2,6 – 2,7 ГГц.

Биттік жылдамдық:

-тікелей арна (DL) MIMO 2TX.2RX: 100 – 300 Мбит/с;

-кері арна (UL): 50 – 172,8 Мбит/с.

Радиоарна жолағының ені: 1,4 – 20 МГц.

Ұяшық радиусы: 5 – 30 км.

Ұяшық сыйымдылығы (қызмет көрсетілетін абоненттерсаны):

- 200 аса бонентер 5 МГцжолағында;
- 200 аса бонентер 5 МГц–тенжоғары жолағында.

Жылжымалылық: орын ауысу жылдамдығы 250 км/сағ дейін.

MIMOпараметрлері:

- тікелей арна (DL): 2TX.2RX, 4TX.4RX;
- кері арна (UL): 2TX.2RX. Кідіру (latency): 5мс.

Модуляцияның қабылданатын түрлері:

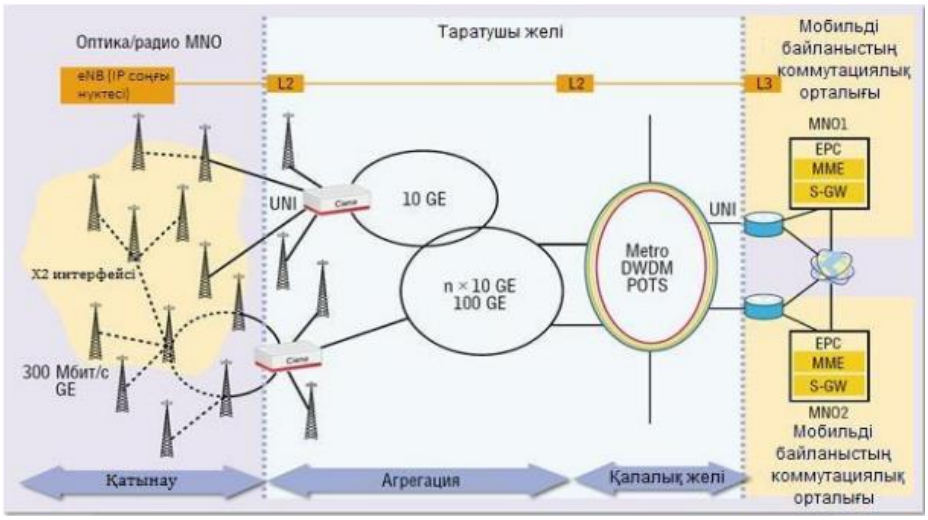
- тікелейарна (DL): 64 QAM, QPSK, 16 QAM.
- керіарна (UL): QPSK, 16 QAM.

1.9 LTE стандартының желілік архитектурасы

LTE желісінің архитектурасы «тігіссіз» ұялылігі бар дестелік трафикті, сапалы қызметтің жоғары көрсеткішін қамтамасыз ететіндей және дестелерді минималды кідіріспен жеткізетіндей етіп жасалынған. LTE стандартын құрастырушылардың негізгі мақсаты – желі құрылысын барынша жеңілдету және 3G UMTS жүйесіне тән желілік протоколдардың міндетін қайталауды болдырмау.

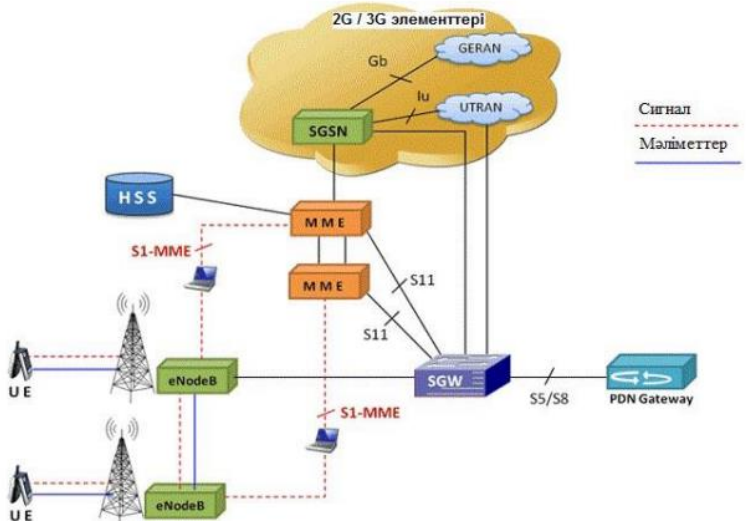
LTE стандартының архитектурасында барлық желілердің бір-бірімен өзара әрекеттесуі екі тораптың арасында болады: базалық станция (eNB) және ішінде GW (Gateway) желілік шлюзі бар ұялы басқару блогі (MME).

LTE желісі физикалық деңгейде екі компоненттен тұрады: E-UTRAN радиожелісі және SAE (System Architecture Evolution) базалық желісі. LTE- нің таратушы траспорттық желісінің жалпыланған архитектурасы 1.2 - суретте көрсетілген.



1.15 сурет – LTE-нің таратушы транспорттық желісінің жалпыланған архитектурасы

E-UTRAN желісі eNB базалық станцияларынан тұрады. Базалық станциялар толық байланысты желінің элементтері болып табылады және өзара «бірімен-бірі» принципі бойынша байланысқан. Әр eNB-да дестелер коммутациясы принципі бойынша құралған SAE базалық желісімен S1 интерфейсі бар. LTE желісіндегі eNB-ға келесі функциялар жүктелген: радиоресурстарды басқару, тұтынушының мәліметтер ағынын шифрлеу, тұтынушы жазықтығында мәліметтер дестелерін қызмет көрсететін шлюз бағытында маршруттау, шақыру мен хабарлау ақпаратын диспетчеризация және тарату, ұялылікті басқару үшін есептерді өлшеу және құрастыру.



1.16 сурет – LTE желісінің архитектурасы

SAE базалық желісі құрамында, басқаша EPC (Evolved Packet Core), MME және UPE логикалық элементтерінен тұратын MME/UPE тораптары бар. MME логикалық элементі (Mobility Management Entity) абонент терминалының шапшаңдығын басқару міндеттерін шешеді және базалық станциялармен C-

plane басқару жазықтығының протоколдарының көмегімен әрекеттеседі. Бұдан басқа MME шақыру хабарламаларын (paging) eNB-ға бөледі, басқару жазықтығының протоколдарын басқарады, абоненттік терминалдарға идентификаторларды тағайындайды, желінің қауіпсіздігін қамтамасыз етеді, абонент хабарламасының шындығын тексереді және роумингті басқарады.

1.10 LTE желісінің басқару құрылғысын таңдау

LTE желісіндегі абоненттік сессияларды және қызметтерді басқару базалық дестелік желі EPC көмегімен жүзеге асырылады. EPC желісі келесі бөліктер мен логикалық элементтерден тұрады [14]:

-MME (Mobility Management Entity) – ұялықті басқару торабы – абоненттік терминалдың ұялық басқару мәселелеріне, (NAS Security) ұялы байланыстың басқару қауіпсіздігіне және қызметтік мәліметтер таратуды басқаруға жауап береді;

-SGW (Serving Gateway) – LTE желісінің қызмет көрсету шлюзі – базалық станцияларының ішкі жүйесінен/жүйесіне түсетін мәліметтердің маршрутизациясына және өңдеуіне жауап береді;

-PGW (Public Data Network Gateway) – басқа операторлардың желілерінен/желілеріне кететін шлюз – LTE операторларынан/операторларына басқа 2G, 3G,3GPP және Internet желілеріне дауысты және мәліметтерді таратуына жауап береді;

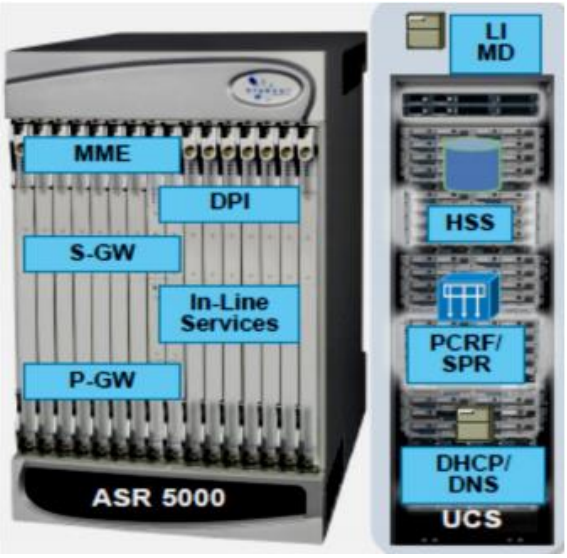
-HSS (Home Subscriber Server) – абоненттік мәліметтер сервері;

-PCRF (Policyand Charging Rules Function) – абоненттерге көрсетілген қызметтер үшін төленетін ақыларды шығару торабы;

-DHCP/DNS – IP-адрестерді беретін сервер [13].

EPCLTE желісін жүзеге асыру шешімі «Cisco Systems» компаниясымен құрылды. Жүзеге асырудың негізігі идеясы «Cisco ASR 5000 PCS3» мультисервисті платформасы шассиінде MME, SGW, PGW функцияларының үйлесуі 2.3 және 2.5-суреттерінде көрсетілген.

«Cisco ASR 5000 PCS3» маршрутизаторы арнайы ұялы кеңжолақты желілер үшін құрастырылған. Ол арнайы архитектурасымен, кіріктірмелі интелектуалды функцияларымен, үлкейту мүмкіндігімен және сенімділігімен ерекшеленеді.



1.17 – сурет. «Cisco ASR 5000 PCS3» базасының платформасы

«Cisco ASR 5000 PCS3» платформасы байланыс операторларына қосымша құрылғыларды жаппай сатып алмай-ақ өнімділігін және сыйымдылығын ұлғайтуға мүмкіндік береді. «CiscoASR 5000 PCS3» маршрутизаторын өз желілерінде әлемнің 250-ден астам операторлары қолданады [9].

«CiscoASR 5000 PCS3» платформасының артықшылықтары:

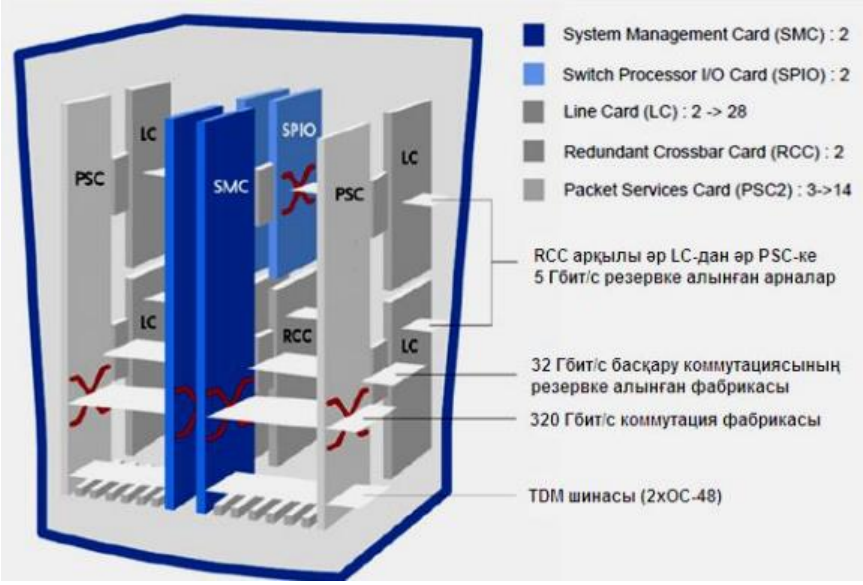
- интегралданған желілік функциялар, жоғары өткізу қабілеттілігі бар сервистер;
- барлық компоненттерді сақтау;
- бір шасси аясында абоненттік сессияларды автоматты қалпына келтіру;
- процестерді және олардың күйлерін көшіру функциясы;
- платформаның қолжетімділігі 99,9999%;
- сессияны қалпына келтіру 2 сек. аспайды;
- арнайы белгіленген сервистік платалардың және модульдердің жоқтығы;
- процессорлық ресурстар автоматты түрде жүйенің қажеттіліктеріне бейімделеді;
- өзге процесстер үшін жадыны қорғау;
- ортақ бағдарламалық қамтамасыз ету;
- бағдарламалық қамтамасыз етуді жаңарту сервистерді тоқтатпай-ақ жүзеге асырылады;
- бағдарламалық функциялар барлық платформалар бойынша бөлінген.

«Cisco ASR 5000 PCS3» платформасының архитектурасы 2.6-суретте көрсетілген.

«CiscoASR 5000 PCS3» платформасының басты айырмашылығы «InlineServices» кіріктірмелі сервисінің болуында:

-DPI – дестелердің терең инспекциясы – трафик түріне байланысты абоненттерге түрлі сападағы қызметтер мен тарификацияның епті ережелерін

ұсына отырып трафикті талдауға және қызметтерді ерекшелеп көрсетуге мүмкіндік береді;



2.6-сурет. «Cisco ASR 5000 PCS3» платформасының архитектурасы

- нағыз уақыт көлемінде бір рангты хаттамаларының трафигін анықтау; түрлі ережелерді анықтайды: рұқсаттама немесе тұйықтау, спецификалық трафикация, тұтынылатын өткізу жолағын қадағалау;

-ұялы абонентерден HTTP сауалының URL талдауы негізінде контентті фильтрациялау;

- дербес NAT/Firewall. «Cisco ASR 5000 PCS3» платформасының қысқаша техникалық сипаттамасы: - өткізу қабілеттілігі: 320 Гбит/с;

- сессиялар саны: 4 млн.;

-желілікинтерфейстер: 10/100/1000 Ethernet, 10 Гбит/с Ethernet, OLC/CLC Line Cards (ATM, POS, Frame Relay);

- кіріс кернеуі: DC 40 – 60 В;

- өлшемдері (ұ×е×б): 60,95×44,45×63,23 мм;

- толық массасы: 139,25 кг; -максималды қуат: 800 Вт;

- 42 RU тіреуішіне үшке дейін «Cisco ASR 5000 PCS3» орнатуға болады.

1.11 eNodeBand LTE базалық станциясының құрылғыларын таңдау

eNB LTE базалық станцияларының құрылғыларының негізгі жабдықтаушылары болып «Nokia Siemens Networks», «Huawei», «ZTE» және «Ericsson» компаниялары табылады.

eNBLTE базалық станциясының құрылғыларын таңдауда бірінші кезекте аталған құрылғының басқа ұялы байланыстың стандарттарын қолдау мүмкіндігіне назар аудару қажет. Сондай-ақ TRX тарату-қабылдағышының жоспарланған шығыс қуаты және техникалық сипаттамалары жайлы ұмытпау керек.

Жобаланатын желі үшін оның ерекшеліктерін ескере отырып «Nokia Siemens Networks» компаниясының құрылғыларын таңдауға болады. Радио-

қатынау құрылғысы ретінде «Flexi Multiradio» базалық станциясын қолдану ұсынылады.

«Микран» ҒӨМ мәліметтері бойынша, «Flexi Multiradio» мультистандартты базалық станциясы сайттарды құруда керемет мүмкіндіктерді ұсынады. Берілген eNB-ді қолданғанда төмен электротұтынуға, үнемі өсіп келе жатқан ұялы трафигіндегі сыйымдылық талаптарына сәйкестікке және жоғары спектрлі тиімділікке кепілдік беріледі.

«Flexi Multiradio» антенналық жүйесі антеннаның әр элементі үшін жеке қуат күшейткіштері бар антенна мен радиоқұрылғыны бір функционалды блокқа біріктіретін белсенді антенналар технологиясына негізделген. Белсенді антенна сәулелерді құрастыруға, жеке радиоқосылуды және оның бағытын белгілі бір тұтынушыға фокустауға мүмкіндік береді.

«Flexi Multiradio» базалық станциясы әлемнің 200-ден астам ұялы байланыс операторларында орнатылған және жұмыс істейді, энерготиімділігі мен радиожеліні бағдарламалық басқаруы үшін сыйлықтар қатарына лайықты болған.

«Flexi Multiradio» базалық станциясы екі негізгі элементтерден тұрады: сигналдарды цифрлық өңдеуге арналған жүйелік модуль және үш қабылдау-таратқышы бар радиомодуль.

eNB «Flexi Multiradio» артықшылықтары:

- сайттың жеңіл құрастырылуы және жеңіл орнатылуы, орнату құны 25%-қа азайды;

-E1 және GEthernet жүйелік модулдерінің интерфейсі;

-желіні шапшаң өрбіту мүмкіндігі есебінен бастапқы салымдарға қойылатын төмен талаптар;

- төмен энерготұтыну;

- қажетті антенналық кабельдер ұзындығының қысқартылуы, бұлстанцияның радиопараметрлерін екі есе жақсартады;

- епті дизайн;

- типтік базалық станцияға қарағанда 20% сыйымды және жеңіл;

- кез-келген ауа райында ғимараттан тыс қолдануға мүмкіндік беретін 39 орындау;

- саладағы модульді, өрбіту мүмкіндігі бар және барынша сыйымды базалық станция.

«Flexi Multiradio» базалық станциясы 2.7-суретте көрсетілген.

1.18 сурет – «Nokia Siemens Networks» компаниясының «Flexi Multirado» базалық станциясы

Үш қабылдау-таратқышы бар радиожелілік модулі 2.8-суретте көрсетілген. Өнімнің толық атауы: «Flexi RF Module Triple 90W».

Радиомодуль радиожиілік сигналдарын өңдеуге жауап береді [11]. Радиомодульдің шығыссигналының қуаты бір секторға есептегенде 240 Вт-қа жетуі мүмкін,сондай-ақ радиомодуль үш сектордың әрбіріне қуаты 80 Вт болатын шығыссигналының берілуін қамтамасыз етеді. Модуль 60 МГц диапазонында тасымалдаушыларды тарата алады. Радиомодуль GSM, 3G, LTE және LTE технологияларының кез – келген үйлесімін қолдайды.

1.19 сурет – «Flexi RF Module Triple 90W» радиожиілік модулі

«Flexi RF Module Triple 90W»радиомодулінің техникалық сипаттамасы:

- ғимараттың ішінде және сыртында қолданыла береді, алаңның арнайы және фидерсіз конфигурацияларында, еденде, қабырғада, тіреуіште, мачтада орнатыла береді;
- жиілік диапазоны: 700, 800, 850, 900, 1800, 1900, 1700/2100, 2100, 2300 және 2600 МГц;
- сыйымдылығы: 20 МГц жолақты 6+6+6 арнаға дейін GSM, 4+4+4 арнаға дейін WCDMA, 1+1+1 LTE арнасы;

- радиосигнал қуатын күшейтетін технология, көп тасымалдаушылары бар мультистандартты қуат күшейткіш;

- өлшемдері: 133×447×560 мм; 19 дюйм тіреуішке орналастыру мүмкіндігі;

- көлемі: 25 литр;

- салмағы: 25 кг;

- температура диапазоны: - 35°С-тен 55°С-ке дейін (желдеткіштермен суытылады, жылдамдық автоматты түрде реттеледі. Еріксіз желдетуді қолдану жартылай өткізгіштердің температурасын тұрақтандыру есебінен станцияның сенімділігін арттырады);

- қуат көзі: жүйелік модуль үшін 40,5 – 57 В тұрақты ток, радиомодуль үшін 184 – 276 В айнымалы ток;

- қуат талаптары: 790 Вт;

- шығыс қуаты: әрбір радиомодульден 180 Вт немесе алшақтатылған радиоблоктан (RRU) 60 Вт;

- ылғалдылықтан қорғану классы: IP 65 [9].

2 LTE желісінің параметрлерін есептеу

LTE радиожелісін жоспарлау процессінде басқа сымсыз радио технологияларды жоспарлау процессіне қарағанда бірнеше айырмашылықтар бар. Басты айырмашылығы- ол жаңа түрдегі көпстанциялы OFDM технологиясы базасын қолдануы, соның арқасында жаңа ұғымдар пайда болады және жоспарлау алгоритымдары өзгереді. Радиожеліні жоспарлау процессі екі кезеңнен тұрады:

-Желінің қамту аймағын барынша қалыптастыру;

-Қажетті сыйымдылықты қамтамасыз ету.

LTE радиожелісін жоспарлау Щусинск қаласында жүргізіледі, ал бұл демек, бұл абоненттерінің саны көп емес және базалық станциялары бір-біріне жақын болуы тиіс себебі әрбір eNodeB-пен көп аумақты қамти алу тиіс . Осыған байланысты тиісті жиілік диапазоны таңдап алу керек . Бұл жағдайда мына ережені қолданған жөнк,жиілігі неғұрлым төмен болса, радиосигнал соғұрлым ұзаққа таралады. 791 – 862 МГц жиілік диапазоны біз үшін жақсы жарайды. Дуплекса түрі жиіліктік –FDD.

2.1 Желінің өткізу қабілетін есептеу. Тұрақты абоненттер санын есептеу

Өткізу қабілеті немесе сыйымдылығы,спектралды тиімділігінің орта мәнәніне сүйене отырып желіні бағалайды.

Спектрлік тиімділігі ұтқыр байланыс жүйелерінің өзіндік көрсеткішімен ұсынады, жиілік жолақтары мәліметтерді жылдамдығы 1 Гц беріпқолданылатын анықталады (бит/с/Гц). Спектрлік тиімділігі тиімділік көрсеткіші ресурсын пайдаланушы болып табылады сондай-ақ, берілген жиілік жолағында ақпаратты беру жылдамдығын сипаттайды.

Спектрлік тиімділігі есептелуі мүмкін қатынасы ретінде жылдамдықты деректер тарату желісі абоненттерінің барлық белгілі бір географиялық (бұқтырыңыз, аймағы) 1 Гц жиілік жолақтары (бит/с/Гц/кәрез), сондай-ақ қатынасы максималды өткізу қабілетінің белдеуінің еніне бір жиілік арна.

LTE желісі үшін орташа спектрлік тиімділігі, жиілік жолақтың ені 20 МГц-қа оның жиілігі дуплексты FDD негізінде3GPP Release 9 үшін MIMO түрлі конфигурацияларына тең , 4.1-кестеде келтірілген.

2.1 кесте. LTE желісі үшін орташа спектрлік тиімділігі

Линия	MIMOсұлбасы	Орташа спектрлік тиімділігі (бит/с/Гц)
UL	1x2 1x4	1.254 1.829
DL	2x2 4x2 4x4	2.93 3.43 4.48

FDD жүйесі үшін орташа өткізу қабілеті eNodeB1 секторыныңжолымен алынуы мүмкін, тікелей канал енінарнаның спектрлік тиімділігіне көбейту керек.

$$R = S \cdot W \qquad (4.1)$$

мұндағы S-орташа спектрлік тиімділігі (бит/с/Гц);
W-каналдың ені: (МГц); W=20 МГЦ7.

DL желісі үшін:

$R_{DL} = 3.43 * 20 = 68.6$ Мбит/с.

UL желісі үшін:

$R_{UL} = 1.829 * 20 = 36.58$ Мбит/с.

R_{eNodeB} базалық станциясының орташа спектірлік өтімділігі бір өтімділік қабілетін базалық станциялардың секторлар санына көбейткенге тең; секторлар саны eNodeB 3-ке те4, онда:

$$R_{eNB} = R_{DL/UL} \cdot 3 \qquad (4.2)$$

DL желісі үшін:

$R_{eNodeBDL} = 68.6 * 3 = 205.8$ Мбит/с.

UL желісі үшін :

$R_{eNodeBUL} = 36.58 * 3 = 109.74$ Мбит/с.

Жоспарланган LTE желісі үшін сот санын анықтау қажет. [1,8].Сот санын есептеу үшін желісінің жалпы арналардың санын анықтау қажет, жобаланатын LTE үшінбөлінетін өрістету. Жалпы арналар саны (N_K) келесі формуламен анықталады:

$$N_k = \left[\frac{\Delta f\Sigma}{\Delta f_k} \right], \qquad (4.3)$$

Мұндағы, $\Delta f\Sigma$ -жиілік жолағы,желіде жұмыс істеу үшін алынған және ол 71 Мгц-қа тең;

Δf_k -жиілік жолағы, бір радиоканалғаастында радиоарна желілерінде LTE анықталады адеген ұғым ресурсты блок РБ бар ені 180 кГц, Δf_k = 180 кГц.

$N_k = 7100/180 = 395$ (арна).

Бұдан әрі арналар санын N_K анықтаймыз, олардыбір секторында бір сотыпайдалану үшін абоненттерге қызмет көрсету қажет:

$$N_{r.ctr} = \left[\frac{N_k}{N_{кл} \cdot M_{СЕК}} \right], \quad (4.4)$$

Мұндағы N_K – жалпы арналар саны;

$N_{кл}$ – кластер өлшемі, выбираемое санын ескере отырып,секторлар umts, қабылдаймыз 3 тең;

$M_{сек}$ –eNodeB секторларының саны,қабылданған 3.

$N_{ет,сек} = 1 \cdot 43 \approx 43$ (арна).

Бұдан әрі бір сектордағы бір соты арналар санын анқтаймыз $N_{кт.сек}$. Арналардағы трафиктер саны келесі формуламен есептеледі:

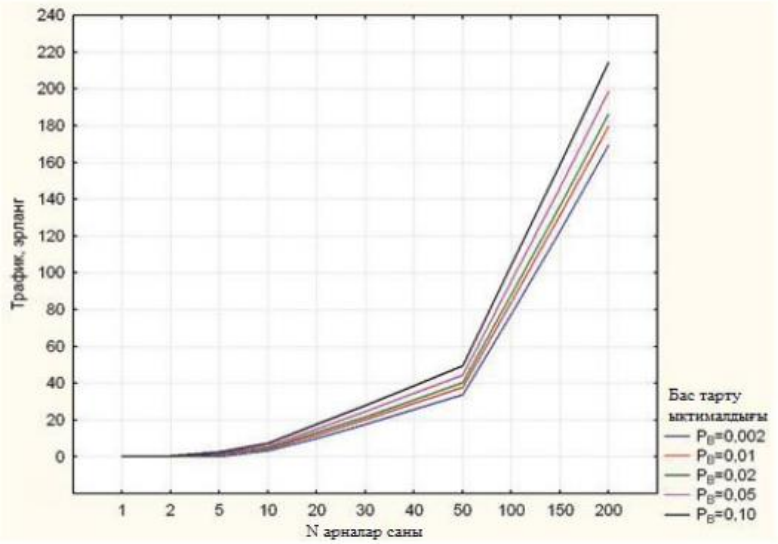
$$N_{кт.сек} = N_{кт1} \cdot N_{к.сек} \quad (4.5)$$

Мұндағы, $N_{кт1}$- бір радио арнадағы арналар трафик саны, радиоқолжеткізу стандарты бойынша анықталады (OFDA үшін $N_{кт1}$=1…3); LTE желілері үшін $N_{кт1}$=1.

$N_{кт.сек} = 1 \cdot 43 = 43$ (арна).

Эрленг моделіне сәйкес,4.1сурет кестетүрінде ұсынылған, бір соты секторында рұқсат етілетін жүктеме анықтаймыз $A_{сек}$ кезінде рұқсат етілген блоктау ықтималдығы мәні 1% - ға тең және жоғары мәнін $N_{кт.сек}$.есептейміз, $A_{сек}$ = 50 Эрл. екенінанықтаймыз.

Бір eNodeB-пен қызмет көрсететін абоненттер саны, мынадай формула бойынша аықталады:



2.1сурет-Рұқсат етілген тәуелділік жүктемеде арналар санынынсекторындатрафикті блоктау ықтималдығы

$$N_{аб.NB} = M_{сек} \cdot \left[\frac{A_{сек}}{A_1} \right], \tag{4.6}$$

Мұндағы, A_1 - барлық трафиктер түрлері орташа абоенттік жүктеме бір абоненттен; мағынасы A_1 (0,04...0,2) Эрл. құрай алады.

Жобаланған жүйе жоғары жылдамдықты ақпарат алмасу үшін жоспарланған болғандықтан, A_1 мағынасы 0,2 Эрл-ға тең келеді.

$$N_{аб.eNB} = 3 \cdot \left[\frac{50}{0.2} \right] \approx 750$$ (абонент).

LTE желісінің жобаланатын базалық станциялардың санын eNodeB мына формула бойынша табамыз:

$$N_{eNB} = \left[\frac{N_{аб}}{N_{абNB}} \right] + 1 \tag{4.7}$$

Мұндағы $N_{аб.}$ – тұрақты абоненттер саны.Тұрақты абоненттер санын жалпы тұрғындардң 20% деп аламыз. Жалпы аудандағы тұрғындарыңсаны 82000 адамды құрайды. Осылайша,тұрақты пайдаланушы абоненттер саны 16400 адамды құрайды, онда:

$$N_{eNB} = \left[\frac{16400}{750} \right] + 1 \approx 22$$ (eNB).

Жобаланған желінің ортша жоспарланатын өткізу қабілетін R_N eNodeB санынорташа өткізуқабілетінекөбейту жолымен анықтаймыз. Формулакелесідей түрленеді:

$$R_N = \left(R_{eNB.Dl} + R_{eNB.UL}\right) \cdot N_{eNB} \quad , \tag{4.8}$$

$$R_N = (205.8 + 109.74) \cdot 22 \approx 6941.88 \text{ (Мбит/с)}$$

Бұдан әрі берейік тексеру бағалауды сыйымдылығы жобаланатын желі салыстырайық отырып есептелген. Анықтаймыз орташаланған трафигін бір абоненттің ЧНН [13]:

$$R_{m,ЧНН} = \frac{T_m \cdot q}{N_{ЧНН} \cdot N_д} \quad , \tag{4.9}$$

мұндағы Tm- орташа трафик бір абонент айына, Tm= 30 Гбайт/ай;

q-ауыл шаруашылығы үшін коэфициент, q=2;

$N_{ЧНН}$ -1 күндегіЧНН-дер саны, $N_{ЧНН}$ =7;

$N_{ЧНН}$ -бир айдағы күндер саны, $N_{ЧНН}$ =30.

$$R_{ЧНН} = \frac{30 \cdot 2}{7 \cdot 30} = 0{,}28 \text{ (Мбит/с)}$$

Жалпы трафик жобаланатын желі бойынша $R_{общ/ЧНН}$ формула анықтаймыз:

$$R_{общ/ЧНН} = R_{т.ЧНН} \cdot N_{акт.аб} \quad , \tag{4.10}$$

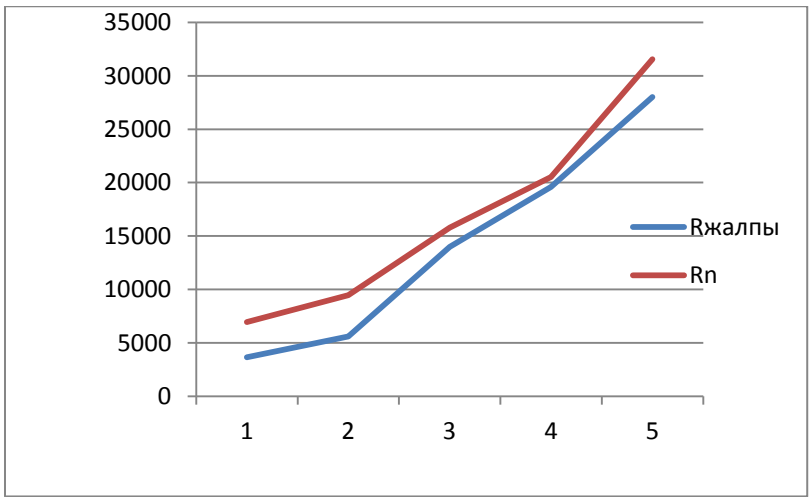
Мұндағы Nакт.а – саны белсенді абоненттер желісі; анықтаймыз белсенділер саны абоненттер желі ретінде жалпы санының 80% - потенциалды абоненттер Na , онда бар Nакт.а = 13120 абоненттер.

$$R_{общ/ЧНН} = 0{,}28 \cdot 13120 = 3673{,}6 \text{ (Мбит/с)}$$

Сонымен, $R_N \rangle R_{общ./ЧНН}$

$$6941{,}88 Мбит/с \rangle 3673{,}6 Мбит/с$$

Әзірге шарт орындалуда, жобаланып отырған желі ЧНН ауыртпалықтарға ұшырайтын болады. Шамамен 2018 жылғадейін шамадан тыс кернеу байқалмайды.



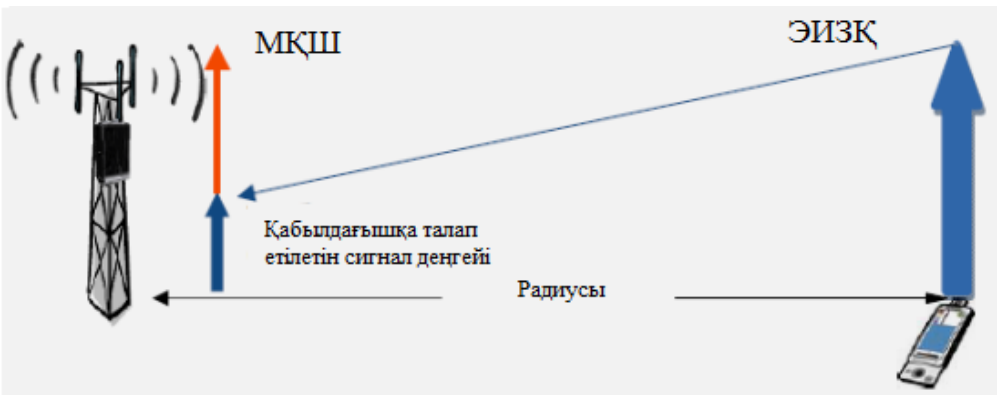
2.2сурет-Эквивалентті изотроптық зерттелетін қуат

2.2 LTE желісі үшін радиоқамту аймағын есептеу

Басқа сымсз радиожелі технологияларын жобалау процесіне қарағанда LTE радиожелілерін жобалау процесінде бірқатар айырмашылықтар бар. Басты айырмашылығы – ол жаңа көпстанциялыOFDMтехнологиясы түріндегі базаны қолдануы, осыған байланысты жаңа ұмдар пайда болады және жобалаудың алгоритмы өзгереді.

LTE радиожелісін жобалау алуылды жерде жүргізілетін болады, ол мынаны білдіреді, желі қамтитын аумақта абоненттер саны аз болғандықтан, көп аумақты желімен қамтамысыз ету үшін eNodeB бир бир бирне жақын орналастырамыз. Сәйкесінше осыған орай тиісті жиілік диапазонын таңдап аламыз. Біздің жағдайда ережеге сәйкестену керек, жиілік төмен болған сайын радиосигнал алысқа таралады. Жиілік диапазоны 791-862 МГц осы орындалып отырған есеп үшін әбден жарайды. Дуплекс түріне жиіліктік FDD таңдаймыз.

3.2.1 Радиобүркеу анализін линиядағы максималды қолжетімді шығыстан бастаймыз (МҚШ). МҚШ таратқыштың эквивалентті изотропты сәулелену қуаты (ЭИСҚ) мен таратқыштың кірісінің ұштасқан бөлігіндегі сигналға керекті минималды қуатпен есептеледі, осы кезде байланыс арнасындығы барлық шығындар қабылдағыштағы қалыпты демодуляцияланған сигнал қамтамасыз етіледі. 4.3 суретте МҚШ-ның жұмыс істеу принціпі бейнеленген.



2.3-сурет. МҚШ-тің жұмыс істеу принципі

Есептеулер кезінде келесі параметрлерді аламыз:

- Жүйе жолағы: FDD=10/10(DL/UL) үшін, 20 МГц;
- eNodeB-TRX әр секторда біреуден, кіріс қуаты;
- TRX=40 Вт(46дБм); Dl линиясында MIMO 2x2 режимінде жұмыс жасайды;
- UE –абоненттік терминал, USB модемі-, 4класс-ЭИСҚ 33 дБм;
- Кадрлардың ұзақтығының ұқсастығы DL/UL: 100%/100%.

Максималды қолжетімді шығыс келесі формула бойынша есептеледі:

$$L_{МДП} = P_{ЭИСК,жал} - S_{ч,каб} + G_{А.каб} - L_{ф.пр} - M_{кіру} - M_{кедергі} + M_{мод} + G_x \qquad (4.11)$$

Мұндағы, $P_{ээск,жал}$-эквивалентті изотропты сәулелену қуаты,

$S_{k.c}$-қабылдағыштың сезімталдығы;

$G_{А.каб}$-Қабылдағыш антенаның күшейу коэффициенті, $G_{А.каб}$:DL=18 дБи, UL=0дБи;

$L_{Ф.Каб}$-Қабылдағыш фидерлік трактісінде жоғалу, $L_{Ф.Каб}$:DL=0,3дБ;

$M_{кир}$-Ауылдық жерде сигнал қорына кіруге сураныс жасау, $M_{кир}$=12дБ;

$M_{кор}$-кідіріс қоры, $M_{кор}$ жүйесін көрші соты жүкемесі деңгейіне днйін моделдеу қорытындысымен анықталады; $M_{кор}$ көрші соталыр жүктемелесіне тең келелі 70%. $M_{кор}$:DL=6,4 дБ; UL=2,8 дБ;

G_x-хэндовердан жеңіс. Хэндовердан жеңіс мағынасы – нәтижесі сол, абоненттік терминал хэндовер сотыға қабылдауға ең жақсы сипаттамаларымен қамтамасыщ ете аламды. G_x=1,7 дБ.

$P_{ЭИСК}$-келесі формуламен есептеледі:

$$P_{ЭИСК} = P_{Ш.Т.Куат} + G_{А.тар} + L_{А.тар} \qquad (4.12)$$

Мұндағы, $P_{ШТКуат}$-таратқыштың шығыс қуаты. $P_{ШТКуат}$ «төмен» желіде (DL) LTE-да сайт енінің жиілік сызығына байланысты, ол 1,4 тен 20 МГц –қа дейін құбылады. 5МГц көлемінде таратқышты таңдауға болады TRX қуаты 20 Вт (43 дБм), ал 5 МГц–тан жоғары 40Вт (46 дБм). $P_{ШТКуат}$:DL=56дБм,UL=33дБм.

Dl желісі үшін: $P_{ЭИСК}$=46+18-0.3=63.7(дБм),

UL желісі үшін: $P_{ЭИСК}$=33(дБм).

$S_{К,С}$ келесі формуламен есептеледі:

$$S_{К.С} = P_{жыл.каб} + M_{кат.каб} + L_{каб.коэф} \quad (4.13)$$

Мұндағы, $P_{жыл.каб}$ -қабылдағыштың жылулық шуымының қуаты;

$P_{жыл.каб}$:DL=-174,дБм, UL=-104,4 дБм;

$M_{кат.каб}$ - қабылдағыш сигнал/шум қатынасы сұранысы. $M_{кат.каб}$ мағынасы «Enhanced Pedestrian A5» канал моделі үшін алыніған, $M_{кат.каб}$: DL=-0.24 дБ; UL=0,61 дБ;

$L_{каб,}$ - қабылдағыш шумы коэффициенті, $L_{каб,}$: DL=7 дБ, UL=2,5 дБ;

Dl желісі үшін:

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

UL желісі үшін:

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

4.12 және 4.13 формула арқылы алынған қорытындыларды ескере отырып МҚШ есептейміз:

Dl желісі үшін:

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

UL желісі үшін:

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

МҚШ-тың екі білдірген мағынасынан, алынған DL және UL желілері үшін минималдысын таңдаймыз, келесі байланыс қашықтығы мен соты радиусын есептеу үшін. Шектейтін сызық бойынша қашықтық, әдетте, желі жоғары болып табылады.

Байланыс қашықтығы есептеуде эмпирикалықмоделірадиотолқындардың таралуы Okumura Hataқолданылады.Бұл модель жалпылау тәжірибелі фактілер, онда ескерілді көптеген жағдайлар ментүрлерін орталарболып табылады. Okumura – Hata моделі ұсынылады келесі өрнек анықтау үшін радиосигналды орта өшу ауылдық шарттары:

$$PL = 69{,}5 + 26{,}16\lg f_c - 13{,}82\lg h_t - A(h_r) + (44{,}9 - 6{,}55\lg h_t \cdot \lg d \quad (4.14)$$

Мұндағы, f_c -жиілігі 150-ден 1500МГц-ке дейн;

h_t -таратқыш антенаның биіктігі (eNodeB аспасы) 30 дан 300 метрге дейін;

h_r -қабылдағыш антена биіктігі (ұялы байланыс құралы антенасы) 1ден 10 метрге дейін;

d-соты радиусы 1өден 20 км дейін;

$A(h_r)$ -қозғалмалы нысана үшін антена биіктігі түзетуші коэффициенті, аймақ түріне байланысты.

Есептеулер жүргізу үшін сипаттамаларын таңдаймыз:

- f_c=800 Мгц;

- h_t =72метр;

- h_r =3метр

Қала үшін формула бойынша $A(h_r)$ түзету коэффициентін табамыз:

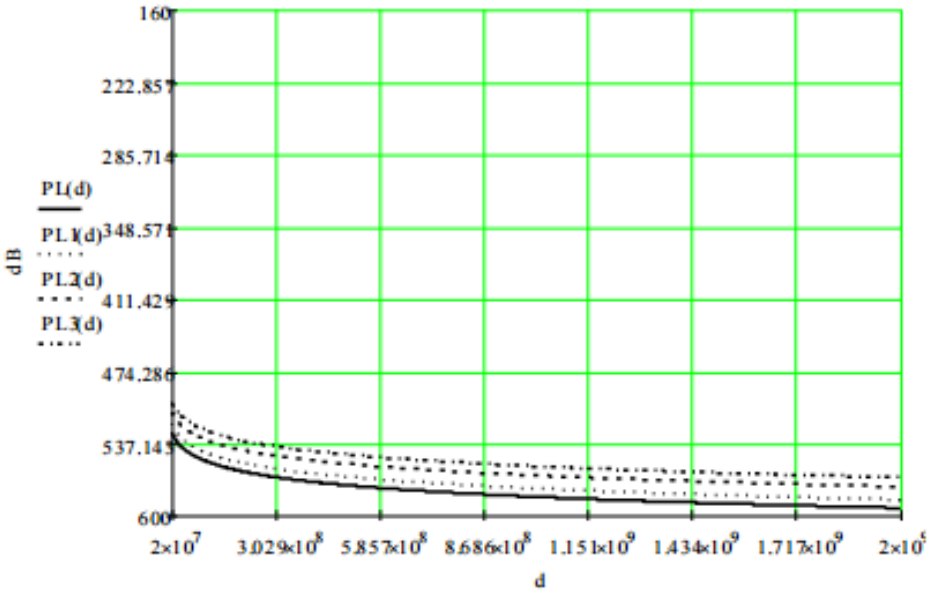
$$A(h_r) = (1{,}1 \cdot \lg f_c - 0{,}7) \cdot h_r - (1{,}56 \cdot \lg f_c - 0{,}8) \quad (4.15)$$

$$A(h_r) = (1{,}1 \cdot \lg 800 - 0{,}7) \cdot 3 - (1{,}56 \cdot \lg 800 - 0{,}8) = 3{,}751$$

Соты радиусын 4.4 формуласы бойынша анықтаймыз, ол $d \approx 9$ км.

Тәуелділік өшу деңгейін байланыс алшақтығына байланысты тұрғызамыз:

$$PL(d) = 69{,}5 + 26{,}16 \cdot \log(f_c) - 13{,}82 \cdot \log(h_t) + (44{,}9 - 6{,}55 \cdot \log(h_t) \cdot \log(d) - a(h_r)) .$$



2.4сурет-Тәуелділік шығындарын тарату кезінде LTEүшінарақашықтығы.

Қамту аймағын S_{eNodeB} үшсекторлық формула бойынша есептейміз:

$$S_{eNB} = \frac{9\sqrt{3}}{8} \cdot d^2 , \quad (4.16)$$

$$S_{eNB} = \frac{9\sqrt{3}}{8} \cdot 9^2 \approx 157{,}83 \ (км^2).$$

2.2.2 Қала аумағында eNodeB-тіңжиіліктік-аумақтық бөлінуі

Жылжымалы абоненттікқол жетімді радиобайланыс желісін жобалаудың негізгі кезеңі жиілікті-аумақтық жобалау кезеңі болып табылады, оның желісінің құрылымы кезінде таңдалады, базалық станциялардың орнына орналастыру, радиоарналарды тарату үшін базалық станциялардың жоспары әзірленеді.

eNodeB-тің минималды базалық станциялар саны, тұрақты радиосигналдаррмен қамтамасыз есту үшін жоспарланған аудандар

аймақтарында 22 дана құрылған. Осылайша, желі салынуда, барлық eNodeBмынадай сипаттамаларға ие:

- Әрбір таратқыштың қуаты – 40Вт;
- Антенаның аспасының биіктігі – 72 метр;
- Қабылдаптаратқыш TRX саны-3 (әр секторға біреуден);
- Бәр сектор үшін жұйе жолаға-20МГц (10МГц «жоғарғы» жолақ үшін, 10 МГц «төменгі» жолақ үшін);
- «Төмен» жолағы MIMO 4x2 технологиясын қолдайды;
- Өтідмділік қасиеті: «төмен» жолағы-102,9 Мбит/с, «жоғары» жолағы -54,87 Мбмит/с.

Жиіліктік жоспар құрамыз. Жобаланған желі үшін жиілік 791-862 МГц белгіленген, жиіліктік спектр ені 71 МГц-ті құрайды. Әрбір eNodeB секторына 20 Мгц тан 3 бөлікке бөліну керек. Осыған орай, 4.2 кестеде LTE желісінің жиілік жоспары көрсетілген

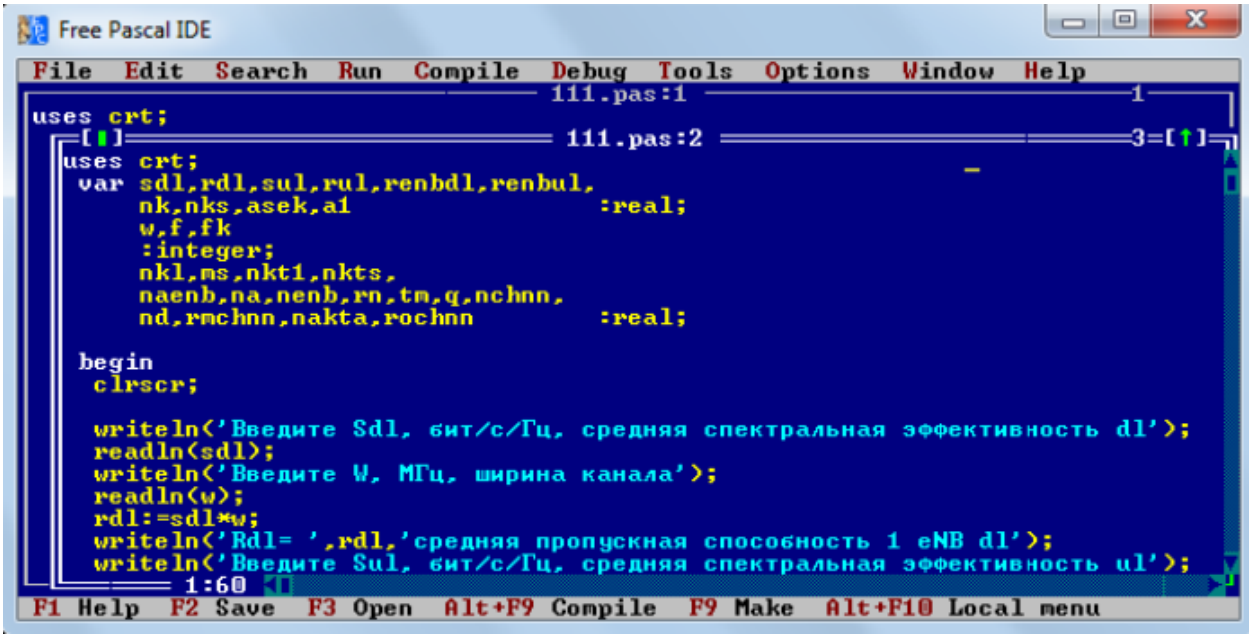
2.2-кесте. LTEжелісінің жиілік жоспары

Номер eNodeB	Сектор	Азимут	Қызмет көрсету аймағының радиусы,км	Жиілік спектрі бөлігінің шартты нөмірі
1	1.1 1.2 1.3	0 120 240	9 9 9	1 2 3
2	2.1 2.2 2.3	0 120 240	9 9 9	1 2 3
3	3.1 3.2 3.3	0 120 240	9 9 9	1 2 3
4	4.1 4.2 4.3	0 120 240	9 9 9	1 2 3
5	5.1 5.2 5.3	0 120 240	9 9 9	1 2 3
6	6.1 6.2 6.3	0 120 240	9 9 9	1 2 3
7	7.1 7.2 7.3	0 120 240	9 9 9	1 2 3
22	22.1 22.2 22.3	0 120 240	9 9 9	1 2 3

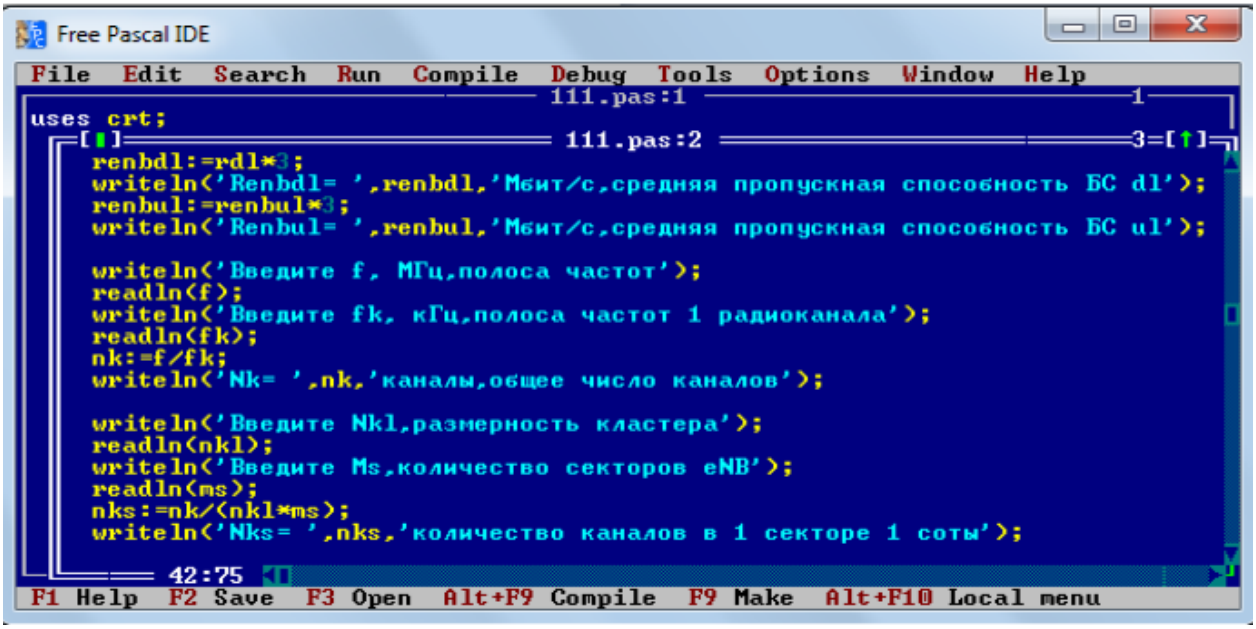
LTE желісін пайдалануға енгізгеннен кейін, желіні оңтайландыру кезеңі басталады, оның барысында орындалған жоспарды түзету болуы мүмкін, атап айтқанда: желінің өткізу қабілетін ұлғайту, антена аспасы радиомодулінің биіктігінің өзгеруі, радиомодулдің сәулелену қуатын жоғарлату немесе төмендету.

2.3 Желінің өткізу қабілетін Free Pascal бағдарламасында есептеу

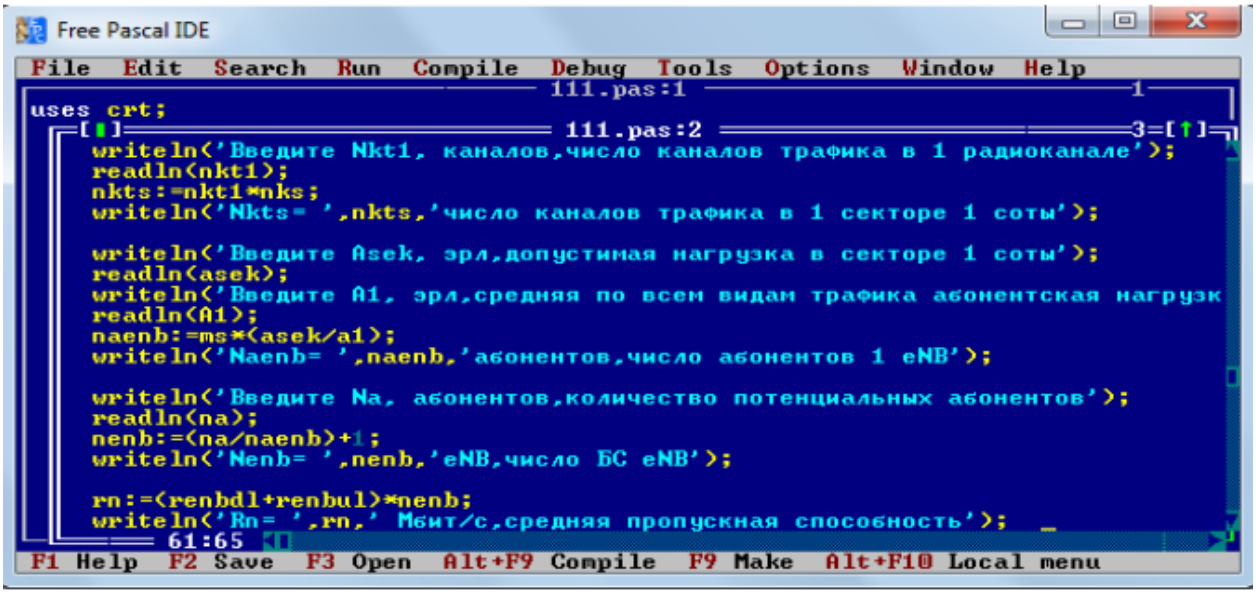
Орташа жаспарланатын РН өткізу қабілетіне есептеу жүргіземіз және бір абоненттің орташаланған трафигін анықтайыз. Бағдарлама терезесі 4,5-4,8 суреттерде көрсетілген, ал бастапқы мәліметтер 4,5-суретте,есептеулер нәтижесі 4,8 –суретте.



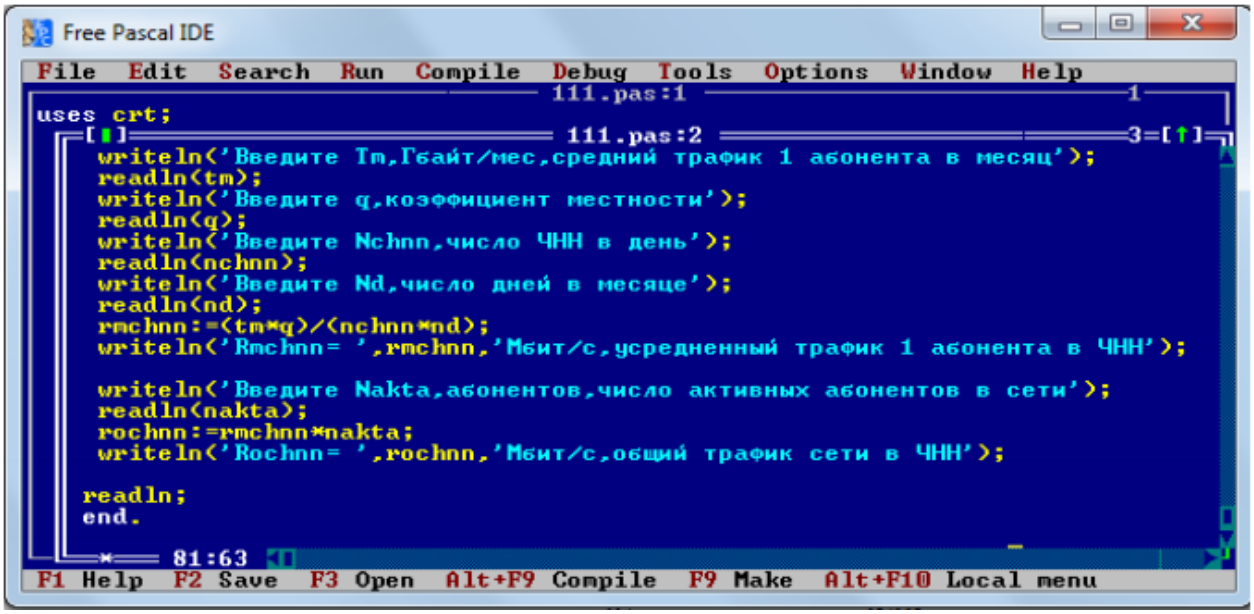
2.5-сурет. Прогграмма терезесінің бірінші скриншоты



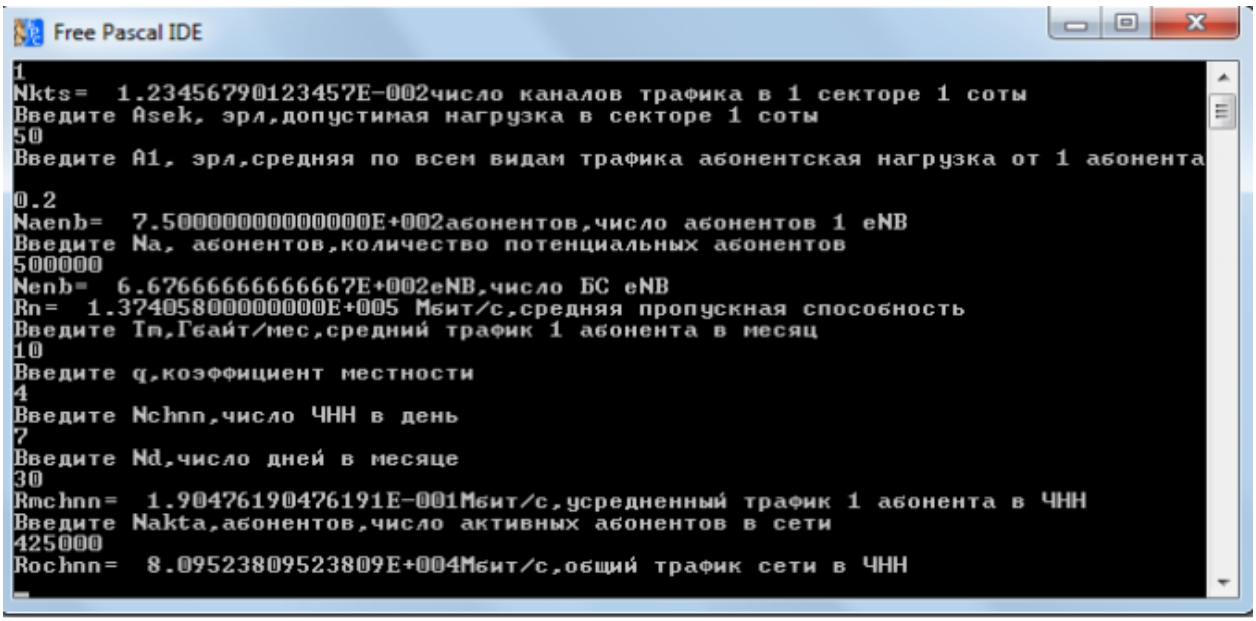
2.6-сурет. Прогграмма терезесінің екінші скриншоты



2.7-сурет. Прогграмма терезесінің үшінші скриншоты



2.8-сурет. Прогграмма терезесінің төртінші скриншоты



2.9-сурет. Қорытынды есептеулер нәтижесі скриншоты

3 ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ

Бұл дипломдық жобада біз LTE технологиясына негізделген желі құрылысын жүргіземіз. LTE технологиясы 3GPP консорциумымен әзірленген және де кең жолақты желілерді орналастыру үшін арналған төртінші буын болып табылады. Ол желі операторларына жоғары операциялық үйлесімділік пен төмен баға қолжетімділігімен, ал қолданушыларға жаңа моюильді кең жолақты радиоқатынас деңгейімен қамтамасыз етеді.

3.1 Еңбек жағдайын талдау

Есептеулерді жүргізу үшін алынған бөлме жұмысшылар бөлмесі. Жұмысшылар бөлмесі ғимараттың бірінші қабатында орналасқан жәнеде оның өлшемі 6х4х3,2 (м). Бөлменің оң жақ беткейінде 2 терезе орналасқан, әр қайсысының биіктігі 1,8м. Жасанды жарықтандыруды үшін люминисценттық шамдар қолданылады. Жұмыс бөлмесінде 3 жұмыс үстелі орналасқан, оның ірқайсысында операторлар жұмысына арналған жеке компьютерлер орналасқан. Бөлменің сұлбасы 4.1 суретте көрсетілген.

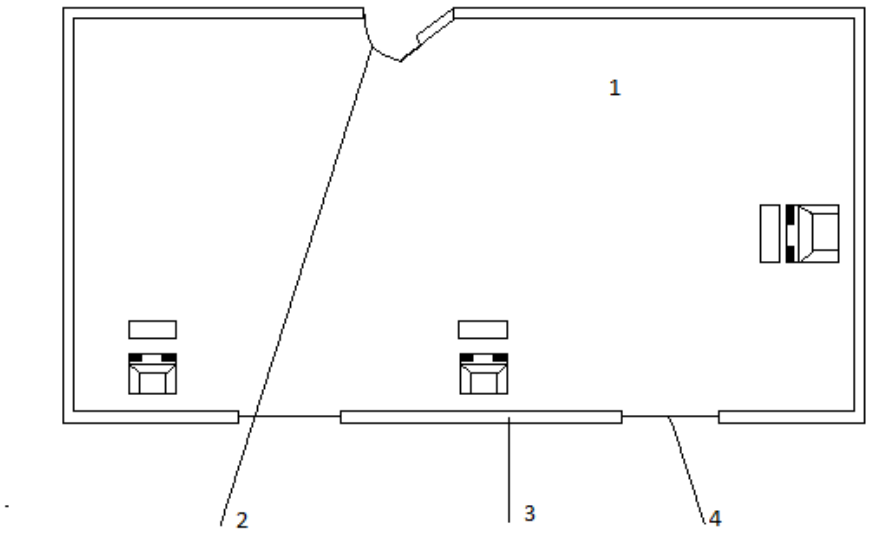
Жұмыс орнында сегіз сағаттық жұмыс нормасы қойылған. «ҚР еңбек туралы » заңының 1-бабына [23] сәйкес- қызметкер жұмыс орнында еңбек шартының актісіне байланысты жұмыс уақытында басшысы берген жұмысты орындауы міндетті. Жұмыс беруші немесе ұжымдық келісім бойынша 5 күндік жұмыс аптасында 8-сағаттан, 6- кундік жұмыс аптасында 7- сағаттан артық жұмыс берілмеуі тиіс.Жұмыс күнінің нормасы жұмысшылардың физикалық немесе ойлау, жүйке жүйесіне ауырлық түспейтіндей етіп есептелген.

Еңбекті қорғаудың мақсаты – адамның зақымдануын және ауруын болдырмау, сонымен қатар еңбек барысында қолайлы жағдайлар тұрғызу. Сол себепті де бұл диплодық жобада LTE желілерінде телекоммуникациялық жүйелерді құруды талдау болғандықтан, инженер көп уақытын копьютермен жұмыс жасайды. Сондықтан инженерлерге қолайлы талаптарға сәйкесжұмыс орны болуы үшін , жақсы жарықтандырылған және ауасы таза жұмыс орны қажет.

Жұмысшылар бөлмесінің ұзындығы 6 м, ені 4 м, биіктігі 3,2 м деп аламыз. Жұмысшылар бөлмесі 2 жұмыс орнына арналған, жалпы жұмысшылар саны 2 адам және бөлмеде 3 компьютер бар, соның ішінде 2-уі жұмысшыларға, және 1- уі құрылғыны басқаратын мониторингке арналған. Жұмысшыларды қауіпсіздендіру үшін біз адам өміріне зиян келтіретін факторларды ескеру керекпіз, сонымен қатар, жұмыс орнының адамға ыңғайлы болуын қадағалау керек.

Жалпы жұмысшылар саны 2 адам: жетекші инженер және инженер. Инженерлер 5 күн, сегіз сағаттық жұмыс тәртібімен жұмыс істейді.

Бөлменің ауданы - $S_{контр} = 6 \times 4 = 24 м^2$, көлемі - $V_{контр} = 24 \times 3{,}2 = 76{,}8 м^3$ тең. Бұдан бір адамға келетін аудан 24/2=12 $м^3$ және көлемі 38.4 $м^3$ тең болады. Бұл көлемі 15 $м3$ -тен, ауданы 4,5 $м^2$ -тан аз болмайтын МЕСТ 12.1.005 – 88 санитарлық нормаға сәйкес келеді.



1-жумысыбөлмесі; 2-бөлме есігі; 3-қабырға; 4-бөлменің терезесі
3.1сурет.-Бөлменің сұлбасы

3.2 Дербес компьютермен жұмыс кезіндегі койылатын талаптар

Дербес компьютермен жұмыс істеу кезіндегі көру разряды IV (б).

Дербес компьютермен көп жұмысжасайтындықтан, компьютермен жабдықталған жұмыс орынның негізгі сипаттамалары:

–отыру биіктігі 42-45 см;

–еденнен пернетақтаға дейінгі биіктік 70-85 см;

–пернетақтаның көлденең орналасқан бұрышы 7-15 градус;

–пернетақтаның үстел бұрышынан алшақтығы 10-26 см;

–экран орталығынан еденге дейінгі арақашықтық 90-115 см;

–экранның тігінен иілуі 0-30 градус (қолайлы 15);

–экранның үстел бұрышынан жоюлуы 50-75 см;

–жазу істеріне арналған жұмыс бетінің биіктігі 74-78 см;

–жұмыс орнында аяққа арналған тіреуді қарастыру керек, бұл әсіресе ұзақ отырып істелетін жұмыстарға ұсынылады.

3.3 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Жарықтандыру- қоршаған ортаны көзбен көруді қамтамасыз ету үшін күн және жасанды жарық көздерінен жарық энергиясын қолдану.

Еңбекті қолайлы жағдайларын жасау үшін өндірістік жарықтандыру келесі талаптарға тиісті жауап беру қажет:

- Жұмыс орындағы жарықтың «Табиғи және жасанды жарықтандыру. Жалпы талаптары» 2.04-05-2011 ҚР ҚНжЕ бойынша орындалатын жұмыстың сипаттамасына сәйкес болу қажет.

- Жұмысшы беттердегі және қоршаған кеңістік шектердегі жарықтың мүмкіндігінше бірқалыпты таралу қажет;
- Түсті дұрыс тарату үшін қажетті жарықтың қажеттті спектралдық құрамын жарықтандыру қамтамасыз ету қажет;
- Жарықтандыру жүйесі басқа зиянды факторлардың көзі болмау қажет, сондай-ақ электрге және өртке қауіпсіз болу қажет.

Жасанды жарықтандыруды есептеу жарық ағынының коэффициенттін қолдану арқылы және нүктелік әдіс арқылы орындалады. Көрінетін аймақтың жұмыс разряды IV орташа нақтылықпен анықталған, сондықтан ортақ жарықтандыру жүйесі үнемді болады, бұл жерде биіктігі 3,2 м және ауданы 24 $м^2$ бөлмеде шамдар жоғарыда бірқалыпты жарықтандыруды қамтамасыз етеді.

а)I әдіс. Пайдалану коэффициенті әдісі

Есептеуді жарық ағынымен жүргіземіз. Жарықтандыруды 300 лк деп аламыз.

Нормаланған минималды жарықтану (4.1) формуласымен есептеледі:

$$E_{\min} = \frac{F_л n \eta Z}{SK}, \qquad (4.1)$$

мұндағы $F_л$ —бір шамның жарық ағыны;

n-бөлмедегі шамдар саны;

η-жарық ағының қолдану коэффициенті, яғни жарықтанатын жазықтыққа түсетін барлық шамдардың жарық ағынының бөлігі;

Z-жарықтың бірқалыпсыз коффициенті;

S-жарықтанатын бөлменің ауданы;

K-жарықтану жүйесінің қолдану процесінде жарықтанудың төмендеуін ескеретін қор коэффициенті (шамдардың ескіруі, кірленуі)

Жарық ағының қолдану коэффициенті жазықтыққа жеткендегі жарық ағынының бөлмедегі толық жарық ағынының қатынасын береді. Қабырғаның шағылу коэффициенті ρс мен төбенің шағылу коэффициентінен ρп бөлменің көрсеткішінен тәуелді. Ол келесі формуламен есептеледі:

$$\varphi = \frac{AB}{H_p(A+B)}, \qquad (4.2)$$

мұндағы А–бөлме ұзындығы;

В–бөлменің ені;

H_p – жұмыс орны үстіндегі шамдар іліну биіктігі.

Люминесцентті жарық шамы еденнен 3 м биіктікте орнатылады.

Минималды жарық жазықтығы нормаланғандықтан, есептеуде жарықтың бірқалыпсыз коэффициенті Z енгізіледі. Люминесцентті шам үшін Z=0.9 тең. Бір шамның жарық ағынынң (4.1) формуладан табамыз:

$$F_л = \frac{E_{\min} SK}{Z\eta}, \qquad (4.3)$$

Бұл жұмыс категориясы үшін ең аз жарықтану $E_{\min}$ = 300 лк (люкс) тең. Жарықтану пульсация коэффициенті 15%тен көп емес. Қор коэффициенті K=1,5.

Жобалантын бөлме үшін ортақ жарықтандыру жүйесі үшін керекті шамдар санын анықтаймыз.

A = 6 м, B= 4м.

Ілмелі төбені ЛДЦ 40-2э екі лампалы АОД типті люминесцентті шамдармен жабдықтаймыз. 4.1 – кестеде осы лампаның сипаттамасы келтірілген.

3.1-кесте. ЛДЦ 40-2э лампсының сипаттамасы

Түрі, маркасы	Қуат,Вт	Жарық ағыны, лм	Ұзындығы, мм көп емес	Диаметрі, мм көп емес	Жылудың орташа ұзақтығы, сағ	Температурасы, К
ДЦ 40-2э	40	2200	1213,6	38,5	10000	3900

Қабырға мен төбеден жарық ағынының шағылу коэффициенті сәйкесінше келесі мәндерге тең: рст =50%, рпт = 70%.

(4.2) формула бойынша бөлменің көрсеткішін есептейміз:

$$\varphi = \frac{AB}{H_p(A+B)} = \frac{6\times 4}{2.8\times(6+4)} = 0.857$$

Бөлменің көрсеткіші есептеген соң,кестеден қабырға мен төбеден жарық ағынының шағылу коэффициенті үшін жарық ағынының қолдану коэффициентін η = 0,68тең екендігін білеміз. (4.1) формула арқылы керекті шамдар санын есептейтін формуланы аламыз:

$$n = \frac{E_{\min}\times S\times K}{2F_л\times\eta\times Z} = \frac{300\times 24\times 1.5}{2\times 2200\times 0.68\times 0.9} = 4$$

Жарықтандыру жүйесін орташа меншікті қуаты бойынша есептейміз. Жарықтандыратын құрылғының қуатын есептейміз:

$$W = W_0 \times S = 12 \times 24 = 288\,\text{Вт} \qquad (4.4)$$

мұндағы W0 = 11 ÷15 Вт/кв.м – шамның орташа меншікті қуаты.

Алынған қуат бойынша шамдардың керекті саны келесі формуламен есептейміз:

$$n = \frac{W}{2W_0} \qquad (4.5)$$

$$n = \frac{288}{2 \times 40} = 3.6 < 6$$

(4.1) формуламен $E_{расч}$ есептейміз:

$$E_{расч} = \frac{F_л n \eta Z}{SK} = \frac{2 \times 2200 \times 4 \times 0.68 \times 0.9}{24 \times 1.5} = 312{,}2 лк. > E_{\min} = 300 лк$$

Жобаланған бөлмеде жасанды жарықтандыру жүйесін ұйымдастыру үшін ЛДЦ 40-2э лампасымен АОД типті бес шамдарды орналастырамыз.

n-ді қатар санына бөліп, әрбір қатарда орнатылатын шамдар санын анықтаймыз. Шамның ұзындығы белгілі болғандықтан, қатардағы барлық шамдар ұзындығын есептейміз.

Шамдарды екі қатарға орналастырамыз.

Әрбір қатардағы шамдар саны: Np = n/2 = 2.

Шамның ұзындығы АОД = 1,2 м, бір қатардың ұзындығы 2×1,2 = 2,4 м

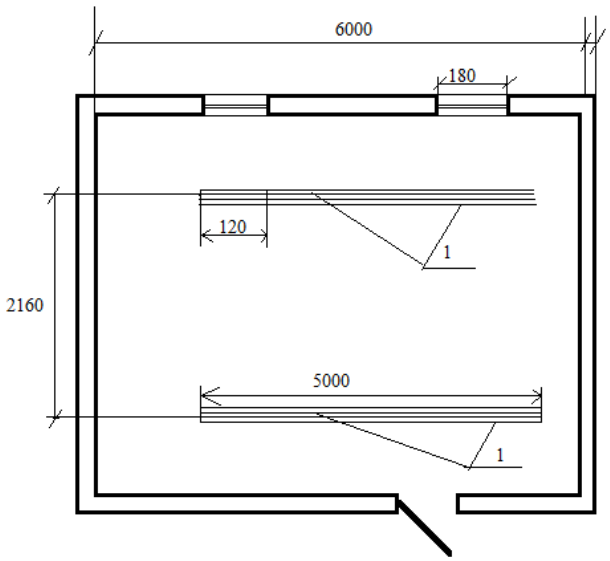
Қатар арасындағы қашықтықты келесі формуламен есептейміз:

$$L = \lambda \times h., \qquad (4.6)$$

мұндағы h – іліну биіктігі, λ – бірқалыпсыз коэффициенті, 1.2-ге тең .

L=1.2×2.8=3,36 м

Шамдардың бөлмеде орналасу жоспары 4.2 – суретте көрсетілген. Іліну төбесін екі лампалы АОД шамдармен люминесцентті күндізгі түсті ЛДЦ 40-2э лампасымен жабдықтаймыз. 4.2 – кестеде осы лампаның сипаттамасы келтірілген.



1-шам

3.2сурет-Шамдардың орналасуы

3.2-кесте. ЛД 40э лампсының сипаттамасы

Түрі, маркасы	Қуат, Вт	Жарық ағыны, лм	Ұзындығы, мм	Диаметрі, мм	Жылудың орташа ұзақтығы, сағ	Температурасы, К
Д 40	40	2400	1213,6	40	10000	6400

б)II әдіс. Нүктелік әдіс.

Нүктелік әдісті дөңгелексимметриялық нүктелік шағылу кезінде пайдаланамыз, шамның жарықтық ағыны (немесе шамның жарықтық ағынының қосындысында) әрбір жарықшамда 1000 лм тең. Мұндай жарықшамнан пайда болатын жарықты шартты деп атайды. Әрбір светильниктегі шамның жарық ағынын келесі формуламен анықталады:

$$\Phi = \frac{1000 \times E \times K_3}{\mu \times \sum E_y} \qquad (4.7)$$

мұндағы μ – “қашықта” орналасқан светильниктердің әсерін ескеретін коэффициент.

μ = 1,1 ÷ 1,2

$\sum E_y$ – бақыланатын нүктедегі қосынды шартты жарықтану;

E_y – изолюкстің кеңістіктік графигінен жеке светильник үшін анықталады; бақылау нүктесі ретінде таңдалады, ол жерде $\sum E_y$ ең кіші шамаға ие.

Нормаланған жарықтану, 300 лк;

Жоғары дәлдіктегі жұмыстың көріну разряды;

Қор коэффициенті Кз – 1,3

Толығымен шаң өтпейтін жарықшамдар – 3 м биіктікке орнатылған

Еден үсті жұмыс кеңістігінің ұзындығы hp – 1,2 м.

Жарықталған бет үстіндегі шам биіктігі h = 3 – 1,2 = 1, 8 м

ДРИ шамын таңдаймыз , ол үшін

ג÷ h = 0,6 м,

бұдан ג = 0,6× h = 0,6 ×1,8 = 1,08 м

Шамның екі қатарын орнатамыз.

О бақылау нүктесін белгілейміз. Оған жақын екі шамның арақашықтығында d = 3,5 м., h = 1,8 м орналасады.

h= 1,2 м нүктеден горизонталды сызық жүргіземіз, вертикалды сызықпен қиылысқанша, d = 3,5 м нүктеден түсілілген.

А нүктесі изолюкстің 4,5 лк қиылысында жатыр. Демек, екі жарықшамның әрқайсынан 1 лк шартты жарықтану пайда болады, ал барлығы 18 лк.

Келесі екі жарықшам үшін d = 9,1 м, олардың әрқайсысы шартты 0,5 лк жарықталуды жасайды (В нүктесі), ∑E y= 1+18=19

Жарық ағынын келесі формуламен есептейміз:

$$\Phi = \frac{1000 \times 300 \times 1{,}3}{1{,}2 \times 19} = 28500 \text{ лм}$$

Кесте бойынша ДРИ шамын таңдаймыз, жарықтық ағыны 3200 лм, қуаттылығы 400 Вт.

3.4 Табиғи жарықтандыруды есептеу

Табиғи жарықтандыру табиги жарықтандыру коэффициентімен сиппатталады. ТЖК – бөлме ішіндегі беттің белгілі бір нүктесіндегі табиғи жарықтың тікелей түсетін немесе шағылған коэффициенті, сыртта аспан ашық болған кездегі көлденең жарықтануға қатынасы, %. ТЖК нормаланған мәні жарық климатының III белбеуіне келтіріледі, ал басқа жарық климатының белбеуі үшін ТЖК нормаланған мәні келесі формуламен есептеледі:

$$e_H^{VI} = e_H^{III} \times m \times c, \qquad (4.8)$$

мұндағы e_H^{III} - III белбеу үшін ТЖК мәні;

m – жарық климатының коэффициенті;

с – күндік климат коэффициеті

Берілгені:

Офистің ішіндегі бөлменің өлшемі: ұзындығы L = 6 м., ені В = 4 м., биіктігі Н = 3.2 м. Терезелер 1 м биіктіктен басталады, терезе биіктігі 1,8 м.

Ғимарат Алматы қаласында орналасқандықтан IV жарық белбеуіне жатады. Офис терезесі күн жақсы түсетин жерде орналасқан және қасында ешқандай ғимарат жоқ.

Табиғи жарықтандыруды есептеу – жарық түсетін орындардың аудандарын анықтауға негізделген.

Қосымша жарықтандыру кезінде, ТЖК-нің нормаланған мәнін қамтамасыз ететін терезелердің ауданын келесі формула бойынша есептейді:

$$100 \times \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_H^{IV} \times \eta_0}{\tau_0 \times r_1} \times \kappa_{зд} \times \kappa_з \qquad (4.9)$$

(4.9) формула арқылы жарық түсу қимасының ауданын табамыз:

$$S_0 = \frac{S_n \times e_H^{IV} \times \eta_0 \times \kappa_{зд} \times \kappa_з}{100 \times \tau_0 \times r_1} \qquad (4.10)$$

мұндағы S_n – бөлме еденінің ауданы, $м^2$;

e_H – ТЖКның нормаланған мәні (1.2 – кесте [11]);

$\kappa_з$ – қор коэффициенті (1.10 – кесте [11]);

τ_0 – жарық өткізудің жалпы коэффициенті (1.5 – кесте):

$$\tau_0 = \tau_1 \times \tau_2 \times \tau_3 \times \tau_4 \qquad (4.11)$$

η_0 – терезелердің жарық сипаттамасы (1.3 – кесте [11]);

r_1 – ғимаратта төселетін төсеніш беттің және бөлме қабырғаларынан шағылудың нәтижесінже ТЖК-нің өсуін ескеру коэффициенті (1.6 – кесте).

Еден ауданы:

$$S_n = L \times B = 6 \times 4 = 24 м^2 \qquad (4.12)$$

ТЖК мәнін (4.8) формуламен есептейміз:

$e_H^{VI} = e_H^{III} \times m \times c$,

m = 0,9; с = 0,75 (1.1– кесте)

e_H = 1,2 (IV разрядтағы орташа нақтылық жұмыстар үшін, 1.2 – кесте)

$e_H^{IV} = 1.2 \times 0.9 \times 0.75 = 0.81$

η_0 1.3 – кестедентабамыз. Ұзындықтыңтереңдіккеқатынасы 6:3.2 = 1.85 тең

$$\frac{B}{h_1} = \frac{4}{2.8} = 1.43$$

Терезелер 1 мбиіктіктенбасталғандықтан h_1 = 2,8 м, $\eta_0 = 9.5$ тең.

Жарықөткізгішматериалретіндестеклодесте,қосарланғанметаллжақтаулар ыбөлінгенқолданамыз,темірбетондытіркемеліқұрылым. Күнненсақтауретіндеретелмеліжалюздерқолданамыз. 1.5кестеден мәндердіаламыз:

$\tau_1 = 0.8; \tau_2 = 0.8;\ \tau_3 = 0.9;\ \tau_4 = 1.$

Жарық жіберудің ортақ коэффициентін (4.11) формуламен табамыз:

$\tau_0 = \tau_1 \times \tau_2 \times \tau_3 \times \tau_4$

$\tau_0 = 0{,}8 \times 0{,}8 \times 0{,}9 \times 1 = 0{,}58$

Бөлмедегіорташашағылыстырукоэффициенті $\rho_{ср}$ = 0,5 екіжақтыбүйірліжарықтандырудыаламыз.

r_1 мәнін 1.6 – кестеден табамыз.

$$\frac{B}{h_1} = \frac{4}{2.8} = 1.43 \qquad (4.13)$$

$$\frac{l}{B} = \frac{3{,}2}{4} = 0{,}8 \qquad (4.14)$$

$r_1 = 1.2$ деп аламыз.

1.7 – кестеден Кзд = 1,2 мәнін анықтаймыз

Қор коэффициентін 1.10 – кестеден [11] Кз = 1,2 аламыз.

Барлық мәнді (4.10) формулаға қойып жарық түсу қимасының ауданын аламыз:

$$S_0 = \frac{24 \times 0{,}81 \times 9{,}5 \times 1{,}2 \times 1{,}2}{100 \times 0{,}58 \times 1{,}2} = 3{,}82 м^2$$

Екі жақты жарықтандыруды қарағандықтан бір жақтағы жарық түсу қимасының ауданы тең болады:

$$\frac{3{,}82}{2} = 1{,}91 м^2$$

Терезе биіктігі 1,8 м., оның ұзындығын есептейміз:

4 Техникалық экономикалық негізделуі

4.1 Жобаның мақсаты

Қазіргі таңда ұялы байланыс қажеттілігі ретінде қарастырылады, ал ұялы байланыс технологиялары өте қажетті және өте дамушы болып табылады. Ұялы байланыстын басты мақсаты – ақпаратты жоғары жылдамдықпен беру және ұялы желілерде біраз қызметтерді дамыту, операторлардың шығындарын азайту.

LTE технологиясы 3GPP консорциумымен әзірленген және де кең жолақты желілерді орналастыру үшін арналған төртінші буын болып табылады. Мақсаты:

- Желі операторларына жоғары операциялық үйлесімділік және төмен бағада қысмет ету көрсету
- Қолданушыларға кең жолақты ұялы радио байланысты қамтамасыз ету

4.2 Компания АҚ «АЛТЕЛ»

АҚ «Алтел» - ҚР ең бірінші республикалық мобилді байланыс операторы, телекоммуникациялық нарықта 1994 жылдан бері жұмыс істейді. Республикада алғаш болып Алтел 2010 жылы 3G интернет желісін енгізді, ал 2012 жылы ең бірінші болып LTE комерциялық технологиясын Қазақстанда «Алтел 4G» деген атпен енгізді.

Бүгінгі таңда Алтел Қасақстандағы мобилді деректер беру жүйесінде көшбасшы. Төртінші желіні дамытуда, 4G экожүйесін басынан тұрғызуда, біз өз еліміздің миллондаған тұрғындарға қолжетімді мобилді Интернет дайындадық.

4.3 Бизнес-жоспар

LTE желісінде қолданущыларға қызмет көрсететін көптеген қызмет түрі бар. LTE-нің басты мақтанышы абоненттерге қызметкерлерге ғаламторға кіретін кең жолақты шексіз интернетпен қамтамасыз ету. Кез келген қолданушы кызметті іске қосып ғаламдық торға қосыла алады.

Экономикалық жобалау құжаттамасының есептеу дамытуына және қаржылық көрсеткіштерге мынадай негізгі тиісті есептеулер қолданылады, техникалық-экономикалық көрсеткіштері:

-Капиталдық салымдар;

-Операциялық шығындар;

-Табыс.

4.1-кесте. Пайда және жобаның өзін өзі ақтау мерзімі.

Атауы және жабдықтың техникалық сипаттамасы, орындалатын жұмыстың турлері	Саны	Бірліктің бағасы, тг

Базалық станция «Flexi RF Module Triple 90W», өндіруші «Nokia Siemens Network»	23	1400000
Комутатор «Cisco ME 3600X 24 CX»	23	800000
Маршрутизатор «Cisco 7603 OSR»	8	1600000
Мультисервистік платформа «Cisco ASR 5000 PCS3	8	7500000

4.4 Капиталды шығыстарды анықтау

Жаңа тарифтік жоспар шығару үшін арнайы программаны құрастыру керек, ол биллинг процессін ойтайландыруы керек (орындалатын операциялар циклі). Кез келген биллингтік жүйе жұмыс бастамас бұрын арнайы сертификациядан өтуі қажет.

Жалпы капитал инвестициялар мына формуламен анықталады:

$$\sum K = K_{ж} + K_{У} + K_{З-С} + K_{ТР} + K_{УП} \qquad (5.1)$$

Мұндағы, $K_{О}$ -құралдарды қолдану үшін кеткен капиталд инвестия

$K_{У}$ - құралдарды қуруға және жөндеуге кеткен капитал инвестиция;

$K_{З-С}$ -қоймаға кеткен капитал инвестициялық щығыстар;

$K_{ТР}$ -тасмалдауға кеткен капитал инвестициялық шығыстар;

$K_{УП}$ -контейнер мен қаптамаға кеткен капитал инвестициялық шығыстар.

Құралдырды құру мен жөндеуге кеткен баға құрылғының қорытынды бағасының -18% мен процентпен өлшенеді. Контейнермен қаптама -0,5 құрайды, тасмалдау шығыны -4% ,қоймаға кеткен шығын құрылғының -1% құрайды.

Онда:

$K_{ж} = 23 \cdot 1400000 + 23 \cdot 800000 + 8 \cdot 1600000 + 8 \cdot 7500000 = 123400000$ (тг.).

$K_{УП} = 123400000 \cdot 0{,}5/100 = 617000$ (тг.).

$K_{ТР} = 123400000 \cdot 4/100 = 4936000$ (тг.).

$K_{З-С} = 123400000 \cdot 1/100 = 1234000$ (тг.).

$K_{У} = 123400000 \cdot 18/100 = 22212000$ (тг.).

4.2-кесте. Капитал инвестиция есептеуі.

Атауы және жабдықтың техникалық сипаттамасы, орындалатын жұмыстың турлері	Саны	Бірліктің бағасы, тг	Бағасы

Базалық станция «Flexi RF Module Triple 90W», өндіруші «Nokia Siemens Network»	23	1400000	32200000
Комутатор «Cisco ME 3600X 24 CX»	23	800000	18400000
Маршрутизатор «Cisco 7603 OSR»	8	1600000	12800000
Мультисервистік платформа «Cisco ASR 5000 PCS3	8	7500000	60000000
		Қорытынды	123400000
Контейнер және қаптама		0,5%	617000
Тасмалдау шығыны		4%	4936000
Қоймаға кеткен шығысдар		1%	123400
Құру және жөндеу		18%	22212000

Жалпы капитал инвестиция құрайды:

$$K_{ж} = 23 \cdot 1400000 + 23 \cdot 800000 + 8 \cdot 1600000 + 8 \cdot 7500000 = 123400000 \text{ (тг.)}.$$

4.5 Жылдық операциалық шығыстарды естептеу

Операциялық шығындар (эксплуатациондық шығын - ΣЭ) компанияның байланыс қысметтеріне өндірістегі ағымдағы шығындары. Экспулатационды шығындарға желінің қызмет көрсетуі мен қызметіндегі барлық шығындар кіреді. Экспулатациондық шығындар өздерінің экономикалық тұрғысынан байланыс қызметінің өзіндік құнының қаржылық құнын білдіреді. Байланыста экспулатациондық шығындар біршама экономикалық элементтермен есептеледі, барлық экономикалық компанияларға келтірілген барлық өзіндік меншікпен есептеледі:

-Жұмысшының еңбек жалақысына төленетін шығын;
-Мемлекет бюджеттік фондына салынатын сақтандыру төлемі ;
-Амортизациялық аударымдар;
-Материалдық шығындар;
-НИОКРға төлем.

Жылдық экспулатациондық шығыстар мына формуламен өлшенеді:

$$\sum Э = ФЕК + О + М_{ш} + A + Ш_{б} \qquad (5.2)$$

Мндағы, ФОТ-фонд төлемі (басты және қосымша жалақы);

Ос-социалды салық;

Мз- матералдық шығын және ауыстыру бөлшектері;

Збш-басқа шығыстар.

4.6 Еңбек ақыға төленетін шығындар.

Жылдық еңбек төлемі фондын есептеу үшін өндірістік персоналдың қызметкерлер санын анықтау қажет. Дипломдық жобада алынған құрал персоналдық үнемі қадағалауын қажет етпейді. Сондықтан да құралды қызмет ететін барлық топтар келесі мамандардан тұрады және авариялық-профилактикалық жұмастарды істейді. 5.3-кестеде ұсынылған қызметкерлер құрамы көрсетілген.

4.3 кесте – Қызметкерлердің құрамы.

Қызметкер лауазымы	Жалақы,тг.	Жұмысшылар саны, сан.	Жалақы бағасы, тг.
Бас инженер	11000	1	110000
Желі қызметі инженері	90000	1	90000
Электромеханик	65000	1	65000
Антена-мачтевші	60000	2	120000
Қорытынды (ФЗП)		5	385000

Барлық жылдық еңбекақы құны фондының (ФЕҚж) мына формуламен есептеуге болады:

$$ФЕК_{ж} = ФНЖ \cdot N_{М} \cdot Пр \cdot К_{вр}, \quad (5.3)$$

Мұндағы:ФНЖ - негізгі жалақы фонды, ФЗП=385000 (тг.);

$N_{М}$ -бір жылдағы ай саны, $N_{М}$ =12;

Пр- премия құны, Пр=1,25(25%);

$К_{вр}$ - коэффициент, жұымысшыға жаман қызмет көрсеткені ушін алынатын төлем ақы, $К_{вр}$ =1,04.

$ФЕК_{ж} = 385000 \cdot 12 \cdot 1{,}25 \cdot 1{,}04 = 6006000$ (тг.).

Қоғамдық салыққа еңбек фонды төлемінің 11% алынады.

$$О = 0{,}11 \cdot (ФЕК_{Ж} + 0{,}1 \cdot ФЕК_{Ж}) \quad (5.4)$$

$О = 0{,}11 \cdot ФЕК_{Ж} = 0{,}11 \cdot (6006000 - 0{,}1 \cdot 6006000) = 594594$ (тг.).

Амартизациялық аударымдар (А) өнімдік фондтың толық қалпына келуін мына формуламен анықталады:

$$А = К_{нег.i} \cdot Н_{а.i}, \quad (5.5)$$

Мұндағы $К_{нег.i}$ - негізгі фондтың бастапқы бағасы ($К_{нег.i}$ капиталдық салымға теңеседі)

$H_{a.i}$ - негізгі фондтың амортизациялық нормасының аударымы, $H_{a.i}$ =20%.

$A = 123400000 \cdot 0{,}20 = 24680000$ (тг.).

Материалдық шығындар. Материалдық шығынның ($M_ш$) өлшемі өндіріске керекті электрэнергия төлемін өзіне қосады, материалдық және қосалқы бөлшектер шығындары. Материалдық шығындар құрылымы мына формуламен анықталады:

$$M_ш = Ш_{эн} + Ш_м, \quad (5.6)$$

Мұндағы: $Ш_{эн}$ -электрэнергиясына төленетін шығын;

$Ш_м$ -материалдық жне қосалқы бөлшектерге шығатын шығын.

Электрэнергиясына төленетін шығындар құралдың қуатына байланысты мына формуламен анықталады:

$$Ш_{эн} = T \cdot 24 \cdot 365 \cdot P \ , \quad (5.7)$$

Мұндағы Т- электрэнергия тарифі, Т=19,44 тг./кВт/сағ;

Р- құралдың қуаты, eNodeB үшін Р=1,075кВт.

$Ш_{эн} = 19{,}44 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 1{,}075 = 183067$ (тг.)

Материалдық және қосалқы бөлшектер шығыны капиталдық салымның К 3,5% құрайды және мына формуламен анықталады:

$$Ш_м = K \cdot 0{,}035 \quad (5.8)$$

$Ш_м = 123400000 \cdot 0{,}035 = 4319000$ (тг.)

Барлық материалдық шығындардың құны өлшенеді:

$M_ш = 183067 + 4319000 = 4502067$ (тг.).

Басқа да шығыстар жалпы және өндірістік экспулатациялық-экономикалық шығындар, ғимараттарды жөндеу және техникалық қызмет көрсету, кейбір салықтар түрлері, муліктерді сақтандыру жатады. Басқа да щығыстар мына формуламен есептеледі:

$$Ш_б = 0{,}4 \cdot ФЖЕ \quad (5.9)$$

$Ш_б = 0{,}4 \cdot 6006000 = 2402400$ (тг.).

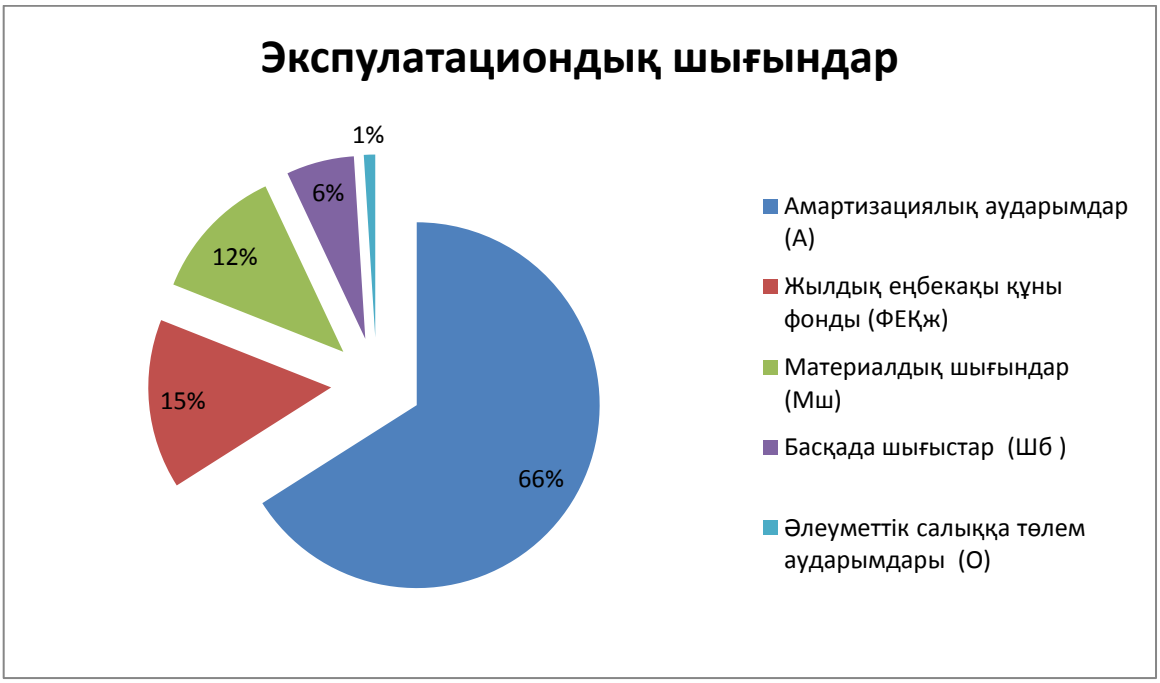
Жылдық эксплуатациялық шығындар нәтижесі:

$\sum Э = 6006000 + 594594 + 24680000 + 4502067 + 2402400 = 38185097$ (тг.).

Жылдық экспулатациондық шығындар 5.4 кестеде көрсетілген.

4.4 кесте. Жылдық эксплуатациондық шығындар.

Шығындар түрлері	Шығындар сомасы, тг.
Жылдық еңбекақы құны фонды (ФЕҚж)	6006000
Әлеуметтік салыққа төлем аударымдары (О)	594594
Амартизациялық аударымдар (А)	24680000
Материалдық шығындар ($М_ш$)	4502067
Басқада шығыстар ($Ш_б$)	2402400
Нәтижесі	38146451



4.1сурет-Экспулатациондық шығындар диаграммасы

4.7 Кәсіпорын табысын есептеу

Абоненттердің потенциалдық саны жалпы халық санының 20% ретінде анықталады. Көршілестік тұрғындардың жалпы халық саны 85000 адамнан тұрады. Сондықтан, абоненттердің потенциалдық саны 17000 адамды құрайды. Абоненттік төлем 1290 тенге айлық көрсеткішті құрайды және трафик көлемі 4 Гб [6]. Пада, жылдық табыс, жаңа тарифпен пайдаланушылар келесі формуламен есептеледі:

$$П = N \cdot 12 \cdot 1290, \qquad (5.10)$$

мұндағы N -абоненттер саны.

$П = 17000 \cdot 12 \cdot 1290 = 263160000$ (тг.).

Экономикалық тиімділік көрсеткіштігін есептеу. Жаңа тарифтан түскен кәсіпорын табысы келесі формуламен есептеледі:

$$T = П - \sum Э \qquad (5.11)$$

Мұндағы П- кәсіпорын пайдасы;

$\sum Э$ - экспулатациондық шығындар.

$T = 263160000 - 38146451 = 225013549$ (тг.).

Корпоративтік табыс салығының ставкасы кәсіпорын табысының 20% құрайды. Таза табысты келесі формуламен анықтайық [24]:

$$ТТ=Т-0,20*Т \qquad (5.12)$$

Кәсіпорынның пайдасы салық салудан кейін құрайды:

ТТ=225013549-0,20*225013549=180010839 (тг.).

Жалпы және абсолютті экономикалық тиімділік капитал инвестиция коэффициенті - жаңа нысана салғанда, кәсіпорын келесі формуламен есептеледі:

$$Е=(П-К)/К=ТТ/К \qquad (5.13)$$

Мұндағы:П- кәсіпорын пайдасы;

К- жобаға капиталдық салымдар;

ТТ- таза табыс.

$E = \frac{180010839}{123400000} = 1,5$.

Өтімділік мерзімі – бұл мән, көрсететін, қанша уақыт көлемінде қолма-қол ақша қайтару жүргізіледі (капиталдық инвестициялар), кәсіпорынды ұйымдастыруға жұмсалған.

$$Т=1/Е \qquad (5.14)$$

$T = \frac{1}{1,5} = 0,67$

Сондықтан, қаражат, жаңа инвестициялық қызметтерді енгізу үшін, кәсіпорын 0,67 жылда өзін ақтап алады.

4.5 кесте. – Экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері.

Көрсеткіштері	Сомасы, теңге

Капиталдық шығыстар	123400000
Эксплуатациялық шығындар	38146451
Пайда	263160000
Салық салуға дейінгі табыс	225013549
Салық салудан кейінгі табыс	180010839
Экономикалық тиімділік	1,5
Өзін өзі ақтап алу мерзімі, жыл	0,67

Желілік LTE жаңа қызметтерді есептеу кезінде өзін өзі ақтау бір жылдан кем болғандықтан, жобаның дисконтталған құнын есептеу, инвестиция рентабельностін, пайданың ішкі нормасы және дисконтталған қайтару мерзімі қажет етілмейді.

Қорытынды

Әлемдік коммуникациялық индустрия прогрессінің қозғаушы күші- ол адамның мултисервистік қызметтерге қандай да бір кезде қандайда бір уақытта мұқтаж болуы. Бұл ақпаратты қоғамды дамыту үшін басты фактор. LTE технологиясы, бұл жылдамдығы 100 Мбит/с-қа дейін жететін өзіне экономикалық, техникалық және функционалдық сипаттамалырың ең жақсы қасиеттерін жинаған.

Бұл дипломдық жобада LTE технологиясы негізінде желінің құрылысы жүзеге асырылды. Жоспарланған желі үшін өткізу қабілеті есептелді. Маңызды бастапқы құнын есептеу LTE технологиясының спектірлік тиімділігі болды, 3GPP Release 9 мәлімденген. Жоспарланған желінің өткізу қабілеті 1,104 Гб/с-қа тең болды, таңдалған диапазон 791-862 МГц-ке тең, дуплекс түрі - жиілкті FDD. Сондай-ақ,осы желіде қызмет ала алатын абоненттер саныын есептедік. Транспорттық желіге құралдар таңдау өтті. Нәтижесінде, LTE желілері үшін қолайлы параметрлері бар жабдықтар «Cisco Systems» компаниясынікі болды.

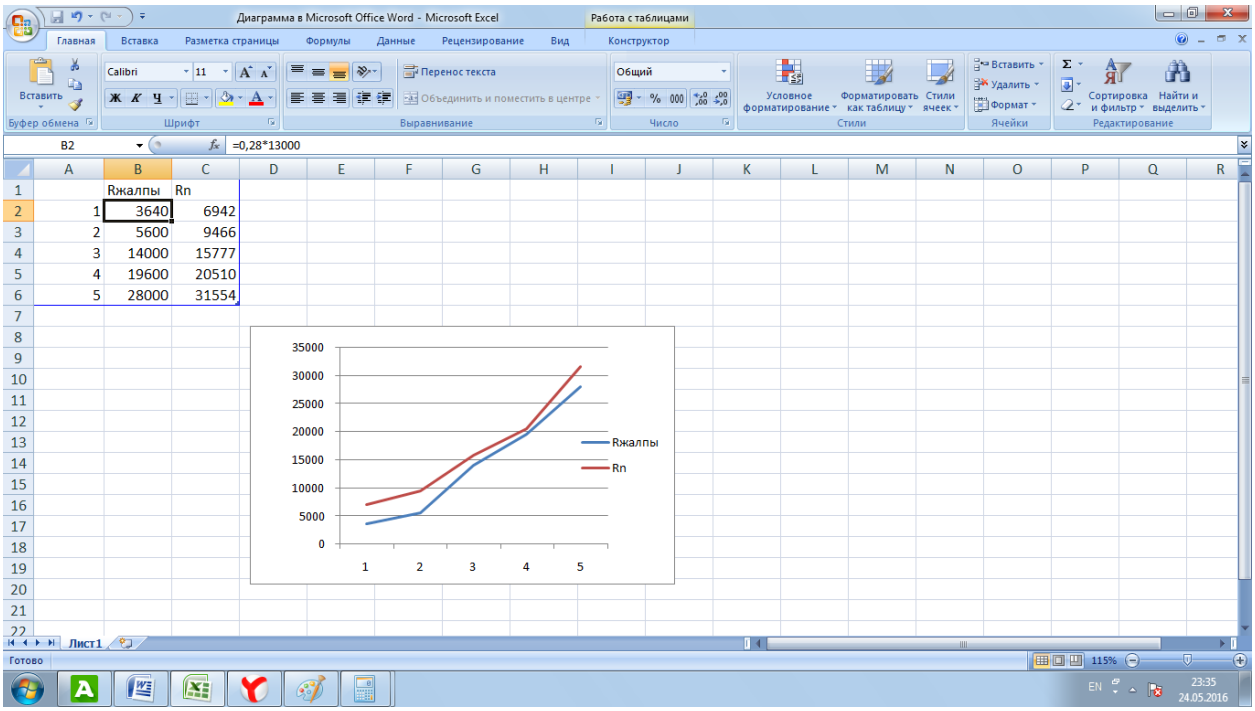
LTE- бұл төртінші буын ұялы байланысының ғаламдық үлгісі (4G), телекоммуникациялық индустриядағы барлық жетекші компаниялар қолдайды.

Еңбекті қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жұмысшылар бөлмесінің жасанды жарықтандыруы мен табиғи жарықтандыруы есептелген.

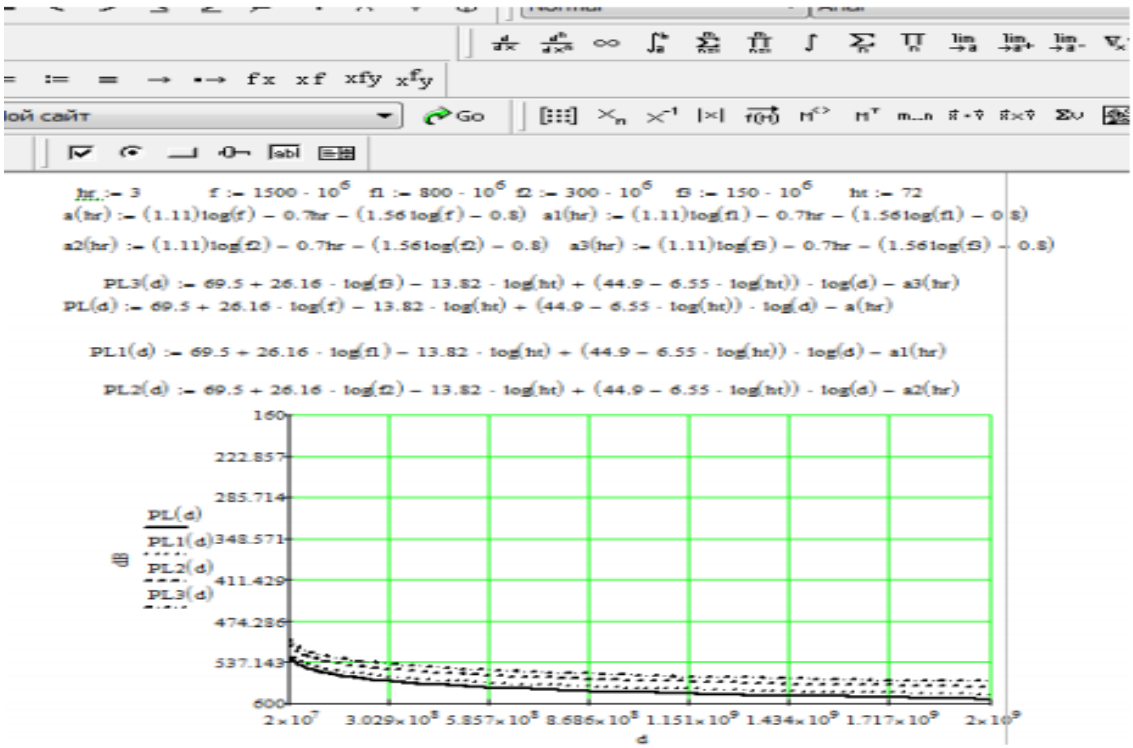
LTE желісі бойынша жобаның 17000 абоненттер үшін өтемділігі 245 күнде жүзеге асырылды.

А қосымшасы

Mathcad пен MSExcell-де құрылған кестенің скриншоты



1А сурет.Желіге ауырлық түсуі жоқ болған кездегі жағдайы



2А сурет.Тәуелділік шығындарын тарату кезінде LTE үшінарақашықтығы.

Б қосымшасы

Free Pascal программасын листингі

```
uses crt;
var sdl,rdl,sul,rul,renbdl,renbul,
nk,nks,asek,a1                    :real;
w,f,fk                            :integer;
nkl,ms,nkt1,nkts,
naenb,na,nenb,rn,tm,q,nchnn,
nd,rmchnn,nakta,rochnn            :real;

begin
clrscr;
writeln('ВведитеSdl, бит/с/Гц');
readln(sdl);
writeln('Введите W, МГц');
readln(w);
rdl:=sdl*w;
writeln('Rdl= ',rdl);
writeln('ВведитеSul, бит/с/Гц');
readln(sul);
rul:=sul*w;
writeln('Rul= ',rul);

renbdl:=rdl*3;
writeln('Renbdl= ',renbdl);
renbul:=renbul*3;
writeln('Renbul= ',renbul);

writeln('Введите f, МГц');
readln(f);
writeln('Введитеfk, кГц');
readln(fk); nk:=f/fk;
writeln('Nk= ',nk);

writeln('ВведитеNkl');
readln(nkl);

writeln('Введите Ms');
readln(ms);
nks:=nk/(nkl*ms);
writeln('Nks= ',nks);

writeln('Введите Nkt1, каналов');
```

```
readln(nkt1);
nkts:=nkt1*nks;
writeln('Nkts= ',nkts);

writeln('ВведитеAsek, эрл');
readln(asek);
writeln('Введите A1, эрл');
readln(A1);
naenb:=ms*(asek/a1);
writeln('Naenb= ',naenb);

writeln('Введите Na, абонентов');
readln(na);
nenb:=(na/naenb)+1;
writeln('Nenb= ',nenb);

rn:=(renbdl+renbul)*nenb;
writeln('Rn= ',rn,' Мбит/с');

writeln('Введите Tm, Гбайт/мес');
readln(tm);
writeln('Введите q');
readln(q);
writeln('ВведитеNchnn');
readln(nchnn);
writeln(',ўҐ¤ЁвҐNd');
readln(nd);
rmchnn:=(tm*q)/(nchnn*nd);
writeln('Rmchnn= ',rmchnn, Мбит/с');

writeln('ВведитеNakta, абонентов');
readln(nakta);
rochnn:=rmchnn*nakta;
writeln('Rochnn= ',rochnn,'Мбит/с');

readln;
end.
```

Әдебиеттер тізімі

1 Вишневский В. М., Портной С. Л., Шахнович И. В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. – М.: Техносфера, 2009.

2.www.altel.kz – «Алтел» АҚ ресми сайты.

3 Гельгор А. Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.

4 Каариненн Х. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы. – М.: Техносфера, 2007.

5 Тихвинский В. О., Терентьев С. В., Юрчук А. Б. Сети мобильной связи LTE: технология и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010.

6 Farooq Khan. LTE for 4G Mobile Broadband. Air Interface Technologies and Perfomance. – Cambridge University Press, 2009.

7 Harri Holma, Antti Toskala. LTE for UMTS. OFDMA and CS-FDMA Based Radio Access. – John Wiley Ltd, 2009.

8 3GPP TS 36 104: «E-UTRA Base Station (BS) radio transmission and reception» (Release_9). April 2011.

9 www.cisco.com – «CiscoSystems» компаниясының ресми сайты.

10 Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика, теория и практика. – М.: Кудиц – Пресс, 2008.

11 ГОСТ 464-79, «Заземления для стационарных установок проводной связи, радиорелейных станций, радиотрансляционных узлов и антенн систем коллективного приема телевидения».

12 РД 45.162-2001. Комплексы сетей сотовой и спутниковой подвижной связи общего пользования.

13 www.forum4g.ru –4G туралы форум: WiMAXиLTE

14 www.profit.kz – ұялы байланыс форумы.

15 Абдул Базит. Расчет сетей LTE. – Хельсинский технологический университет, 2009.

16 https://files.nyu.edu/yz48/public/opnetwork2011_LTE.pdf

17 Бабаков В. Ю., Вознюк М. А., Михайлов П. А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. Учебное пособие для ВУЗов. – М: Горячая линия – Телеком, 2007.

18 Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности.: Учебник для вузов.– М.: Высш.шк.,2005 – 448с.

19 Хакимжанов Т.Е. Охрана труда: Учебное пособие для ВУЗов.– Алматы: Эвера, 2006-264 с.

20 М.К.Дюсебаев; З.А.Кашкарова; Ф.Р.Жандаулетова. Конспект лекций для студентов всех форм обучения по специальности 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. – Алматы: АИЭС, 2005.

21 Алибаева С.А. Методические указания по дипломному проектированию.– Алматы: АИЭС, 2001.–17 с.